



Pedro Telo de Castro Matias

Licenciado em Engenharia do Ambiente

Avaliação da transição para uma frota elétrica - O caso de estudo da Empresa Schindler

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre
em Engenharia do Ambiente, perfil de Engenharia
de Sistemas Ambientais

Orientador: Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira, Professor
Associado na FCT – UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Pedro Manuel da Hora Santos Coelho
Arguente: Mestre Hugo dos Santos Guerra Tente
Vogal: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira

Setembro, 2019



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Avaliação da transição para uma frota elétrica - O caso de estudo da Empresa Schindler

© *Copyright* Pedro Telo de Castro Matias, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

À minha família, por me acompanhar e ajudar em todos os momentos. Pelo incentivo e apoio ao longo do curso e na vida.

À minha namorada, pela paciência, compreensão e apoio para que este estudo fosse concluído.

Aos meus colegas de faculdade, pela companhia, amizade e dedicação em fazer mais e melhor ao longo do curso.

Por último, um agradecimento especial ao meu orientador, Professor Doutor Francisco Ferreira, pelos seus conselhos, acompanhamento, orientação e disponibilidade no decurso deste trabalho.

Resumo

A transição da frota automóvel de uma empresa de veículos a combustão para veículos elétricos é um elemento essencial de descarbonização que deve ser avaliado em termos de viabilidade, custo e vantagens ambientais. O presente trabalho pretende avaliar as emissões atuais de dióxido de carbono (CO₂) associadas à frota automóvel, bem como os custos associados à operação da mesma, de forma a perceber qual a estratégia e vantagens da possível incorporação de veículos elétricos na Schindler de Portugal e Espanha. Neste contexto, foi necessário perceber a configuração inicial da frota de forma a escolher o veículo elétrico mais adequado para cada função. Não existe espaço suficiente para a implementação de infraestruturas de carregamento elétrico nas sedes da Schindler, pelo que se definiu que a empresa pagará o consumo de energia a cada utilizador pelos carregamentos efetuados em casa e dará um incentivo no valor de 50 Euros no final do ano para quem optar por um veículo elétrico. Este incentivo foi avaliado no decurso dos cálculos efetuados e terá lugar apenas numa fase de transição, de forma a cativar os colaboradores à mudança para um veículo elétrico a bateria (*battery electric vehicle* – BEV). Verificou-se que é possível uma redução de emissões de 2,4 milhares de toneladas de CO₂ por ano, caso haja uma mudança total da frota da Schindler de Portugal e Espanha para BEV. Para além da redução de emissões que é muito significativa, os fatores económicos são também positivos para a empresa. Com esta transição, a Schindler ibérica, pode reduzir os custos operacionais ao final de um ano no valor de cerca de 1 milhão de Euros, caso haja uma mudança total de frota. Conclui-se que a transição de frotas de empresas de motores de combustão para veículos elétricos tem-se afirmado como uma das soluções para uma mobilidade mais sustentável, num caminho de descarbonização, mitigando o agravamento das emissões de gases poluentes.

Palavras-chave: veículos elétricos; mobilidade elétrica; emissões de dióxido de carbono, descarbonização.

Abstract:

The transition from a car fleet of a combustion vehicle company to an electric vehicle is an essential element of decarbonization that must be assessed in terms of feasibility, cost and environmental benefits. This paper aims to evaluate the current carbon dioxide (CO₂) emissions associated with the car fleet, as well as the costs associated with its operation, in order to understand the strategy and advantages of the possible entry of electric vehicles into Schindler's fleet of Portugal and Spain. In this context, it was necessary to understand the initial configuration of the fleet in order to choose the most suitable electric vehicle for each function. There is not enough space for the implementation of electrical charging infrastructures at Schindler headquarters, so it has been agreed that Schindler will pay energy consumption to each user for home charging and will give an incentive of 50 Euros at the end of the year, for those who opt for an electric vehicle. This incentive was assessed during the calculations made and will only take place at a transitional stage in order to captivate employees to switch to a battery electric vehicle (BEV). It has been found that an emission reduction of 2,4 thousand tons of CO₂ per year is possible if Schindler's fleet from Portugal and Spain changed to BEV. Apart from the very significant emission reduction, the economic factors are also positive for the company. With this transition, Iberian Schindler can reduce operating costs per year by around 1 million Euros if there is a total fleet change. It is concluded that the transition of combustion engine companies fleets to electric vehicles has been affirmed as one of the solutions for a more sustainable mobility, in a decarbonization path, mitigating the increase of pollutant gas emissions.

Keywords: electric vehicles; electric mobility; carbon dioxide emissions, decarbonization.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Objetivo e estrutura	2
1.2	Enquadramento	2
2	Mobilidade Elétrica	7
2.1	Política de Mobilidade na Europa.....	7
2.2	Política de Mobilidade em Portugal	9
2.2.1	Arquitetura do modelo MOBI.E.....	12
3	Veículos elétricos	15
3.1	Breve história dos carros elétricos	15
3.2	Tecnologias atuais.....	16
3.3	Tecnologias em desenvolvimento	20
3.4	Emissões de carros elétricos.....	23
3.5	Baterias.....	26
3.6	Modos de recarga e carregadores	28
3.7	Política de Incentivo à aquisição de um carro elétrico	35
3.8	Estado atual e possibilidades	39
4	Metodologia e Resultados.....	43
4.1	Apresentação da Empresa	44
4.2	Preço atual dos veículos no mercado de Espanha e Portugal	46
4.3	Custos com a fonte de energia em Espanha e Portugal.....	50
4.4	Emissão de CO ₂ da frota	52
4.5	Custos de manutenção.....	54
4.6	Benefícios fiscais	55
4.7	Custo total da frota anualmente	59
4.8	Propostas de melhoria.....	62
5	Limitações ao estudo	65
6	Conclusão	67

Índice de Figuras

Figura 1.1- Produção anual de energia elétrica com base em FER em Portugal. (REA, 2019).....	3
Figura 1.2 - Produção anual de energia elétrica com base em FER, em Portugal, em 2017. (REA, 2019)	4
Figura 1.3 - Produção anual de energia elétrica com base em FER, em Portugal, em 2018. (REA, 2019)	4
Figura 1.4 - incorporação de energias renováveis no consumo de energia, por sector. (REA, 2019) ...	5
Figura 1.5 - Percentagem de incorporação de energias renováveis no sector da energia na UE-28 em 2017. (REA, 2019).....	6
Figura 2.1 - Arquitetura da rede MOBI.E («Mobilidade», 2016).....	12
Figura 3.1 - Tipo de veículos existentes («Electric vehicles in Europe», 2018).....	16
Figura 3.2 - Diferentes tecnologias de propulsão («Electric vehicles in Europe», 2018)	19
Figura 3.3 - Países da UE com o maior número de postos de abastecimento de hidrogénio.(EAF0, 2019).....	21
Figura 3.4 - Componentes de um carro a hidrogénio (Toyota, 2019)	23
Figura 3.5 - NEDC vs WLTP(WLTP EU).....	24
Figura 3.6 - Redução do custo das baterias (Glob. EV Outlook 2018, 2018).....	27
Figura 3.7 - Duas Walbox existentes nmercado	Error! Bookmark not defined.
Figura 3.8 - Tipos de tomadas existentes (Mobie, 2019)	31
Figura 3.9 - Método de pagamento de um PCR (EDP, 2019)	32
Figura 3.10 - Fatura de utilização de PCR Coimbra (uve, 2019)	33
Figura 3.11 - Fatura de utilização de PCR Aveiras (uve, 2019).....	33
Figura 3.12 - Carregadores normais públicos na UE <22KW (European Alternative Fuels Observatory, 2019).....	34
Figura 3.13 - Carregadores rápidos públicos na UE >22KW (European Alternative Fuels Observatory, 2019).....	34
Figura 3.14 - 5 países com maior número de postos de carregamento em 2019 (European Alternative Fuels Observatory, 2019)	35
Figura 3.15 - Descontos sobre o ISV (Imposto sobre veículos, 2019)	37
Figura 3.16 –Veículos BEV e PHEV no mundo (IEA, 2019)	39
Figura 3.17 – Cotas de mercado de carros elétricos nos países da Iniciativa para Veículos Elétricos (EVI).....	40
Figura 3.18 - Vendas de veículos BEV e PHEV UE 28	40
Figura 5.1 - Custo de Eletricidade Bi-horário EDP sem IVA	50
Figura 5.2 - Custo de Eletrecidade palno noite Iberdrola sem IVA	50

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Incentivos para aquisição de veículos elétricos	38
Tabela 5.1 - Veículos BEV no mercado	47
Tabela 5.2 – Veículos ICE presentes na frota de Portugal e Espanha.....	48
Tabela 5.3 - Comparação do custo de aquisição em Espanha entre ICE e o respetivo BEV em caso de mudança.	49
Tabela 5.4 - Comparação do custo de aquisição em Portugal entre ICE e o respetivo BEV em caso de mudança.	49
Tabela 5.5 - Comparação de consumo entre ICE e BEV em Espanha	51
Tabela 5.6 - Comparação de consumo entre ICE e BEV em Portugal	52
Tabela 5.7 - Comparação de emissões entre ICE e BEV em Espanha	53
Tabela 5.8 - Comparação de emissões entre ICE e BEV em Portugal	54
Tabela 5.9 - Tributação autónoma	54
Tabela 5.10 - Tributação autónoma (<i>UWU</i> , 2019)	55
Tabela 5.11 - Taxa de Cilindrada	56
Tabela 5.12 - Redução de emissões.....	56
Tabela 5.13 - taxa de emissões de CO ₂	56
Tabela 5.14 – Coeficiente de idade.....	57
Tabela 5.15 - Taxa de gasóleo.....	57
Tabela 5.16 - IUC Espanha	57
Tabela 5.17 - Benefícios fiscais em Espanha	58
Tabela 5.18 - Benefícios fiscais em Portugal	58
Tabela 5.19 - Custo final de mudança de frota com incentivos e diferença de emissões em Espanha	60
Tabela 5.20 - Custo final de mudança de frota com incentivos e diferença de emissões em Portugal	60
Tabela 5.21 – Primeiros veículos que devem sofrer mudança para BEV em Espanha	62
Tabela 5.22 - Primeiros veículos que devem sofrer mudança para BEV em Portugal.....	62

Abreviaturas e Siglas

ACAP Associação do Comércio Automóvel de Portugal

AFV *Alternative Fuel Vehicles*

BEV *Battery Electric Vehicle*

CA Corrente Alternada

CC Corrente Contínua

CEME Comercializador de Eletricidade para Mobilidade Elétrica

EG Entidade Gestora

EV *Electric vehicle*

FER Fontes de Energia Renovável

GEE Gases de Efeito de Estufa

GNL Gás Natural Liquefeito

HEV *Hybrid Electric Vehicles*

ICE *Internal Combustion Engine*

IRC Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas

IRS Imposto Sobre o Rendimento das Pessoas Singulares

IUC Imposto Único de Circulação

IVA Imposto Sobre o Valor Acrescentado

PC Posto de Carregamento

PCN Postos de Carregamento Normal

PCR Postos de Carregamento Rápido

PHEV *Plug-in Hybrid Electric Vehicles*

ICEV *Internal Combustion Engine Vehicle*

REEV *Range Extended Electric Vehicles*

OPEP Organização de Países Exportadores de Petróleo

ORD Operador de Rede Distribuição

1 Introdução

O setor do transporte é responsável por uma grande parte das emissões de dióxido de carbono (CO₂) em todo o mundo devido à dependência de combustíveis fósseis. Contribuir para a redução da atual tendência global de aumento das emissões foi um dos principais motivos da escolha do tema desta dissertação. Atualmente enfrenta-se um grande desafio no que diz respeito à adoção de veículos movidos a combustíveis alternativos (AFV). Como resultado, os fabricantes de automóveis estão sob pressão para desenvolver veículos mais eficientes, como veículos híbridos (HEV) e veículos elétricos (EV), de forma a arranjar soluções alternativas que possam reduzir o consumo de combustíveis fósseis e os níveis de emissão de gases de efeito de estufa.

O presente trabalho analisa a viabilidade da introdução de tecnologias alternativas numa grande frota de veículos utilizados na prestação de serviços da empresa Schindler Portugal e Espanha. Serão comparados os atuais custos da utilização de veículos de combustão interna (ICE) e os respetivos custos, caso haja mudança para veículos elétricos (EV).

Uma estrutura de otimização de substituição de veículos de frota requer uma análise de três elementos essenciais: configuração inicial da frota, avaliação das características dos veículos para o fim necessário e fatores económicos.

A configuração inicial da frota inclui o número de veículos, marca, modelo, ano, tipo de veículo associada ao cargo e à sucursal dentro de Portugal e Espanha. No que diz respeito às características dos veículos, importa saber o tipo e modelo do veículo, o ano, os custos de capital, o consumo de combustível e as respetivas emissões. Os fatores económicos incluem o horizonte temporal do projeto e respetivo *leasing*, os quilómetros anuais efetuados e a previsão do preço da eletricidade.

Uma das principais preocupações para qualquer empresa na substituição de frota, é o foco na minimização do custo esperado ao longo de determinado horizonte. Neste caso, para a empresa Schindler, a principal preocupação é a minimização de custos a par da redução da pegada carbónica e respetivas emissões de CO₂ de forma a entrar no mercado como uma empresa mais verde e com adoção de práticas sustentáveis.

1.1 Objetivo e estrutura

A tese consiste fundamentalmente num projeto de cálculo e análise das emissões e os custos anuais de transição da frota da Schindler num quadro de descarbonização. Tem o intuito de comparar as emissões e os custos da frota atual de veículos de combustão interna com veículos movidos a energia elétrica. O estudo pretende dar à Schindler uma análise rigorosa da atual estrutura da frota de forma a perceber quais os cargos e as viaturas a adotar em caso de mudança de frota.

O primeiro capítulo faz uma pequena abordagem da importância de utilização de EV em frotas de empresas, bem como, avaliar as vantagens da nova fonte energética.

O segundo capítulo aborda a mobilidade elétrica no contexto europeu e em Portugal. Aborda assim as estratégias adotadas pela União Europeia para o crescimento de AFV.

O terceiro capítulo aborda a história dos EV, as tecnologias atuais e em desenvolvimento, os benefícios fiscais e incentivos à mobilidade elétrica (ME). Este capítulo tem o intuito de avaliar o máximo aproveitamento da utilização de um EV.

A apresentação da empresa bem como a metodologia e os resultados do trabalho são apresentados no capítulo quatro. Aqui são especificados todos os cálculos que foram necessários para a apresentação dos resultados.

Por último no capítulo cinco são abordadas todas as limitações encontradas na elaboração da dissertação. O capítulo seis apresenta as conclusões.

1.2 Enquadramento

Atualmente a população tende a escolher hábitos e opções de vida mais sustentáveis e conscientes. Como tal, este capítulo enumera as principais fontes de energia renovável na produção de eletricidade e quais os setores que conseguem utilizar essa energia. Como Portugal é um dos principais países com maior incorporação de energias renováveis na produção de energia elétrica e o setor do transporte elétrico está em crescimento constante, é de extrema importância perceber como e onde Portugal produz a energia para o país.

Os recursos naturais (água, vento, biomassa, sol, ondas do mar e calor da Terra) permitem a produção de energia através de fontes renováveis (energia hídrica, eólica, de biomassa, oceânica e geotérmica) que possibilitam reduzir a necessidade de importar combustíveis fósseis, como o carvão e o gás natural, para esse fim, tornando o País menos dependente do estrangeiro em termos energéticos e reduzindo a emissão de gases com efeito de estufa. Atualmente, mais de metade da produção doméstica de energia primária em Portugal é através de fontes de energia renovável (FER) (APA, 2019).

A Figura 1.1. apresenta a quantidade de eletricidade em GWh e a respetiva percentagem de energia gerada anualmente por fontes de energia renovável.

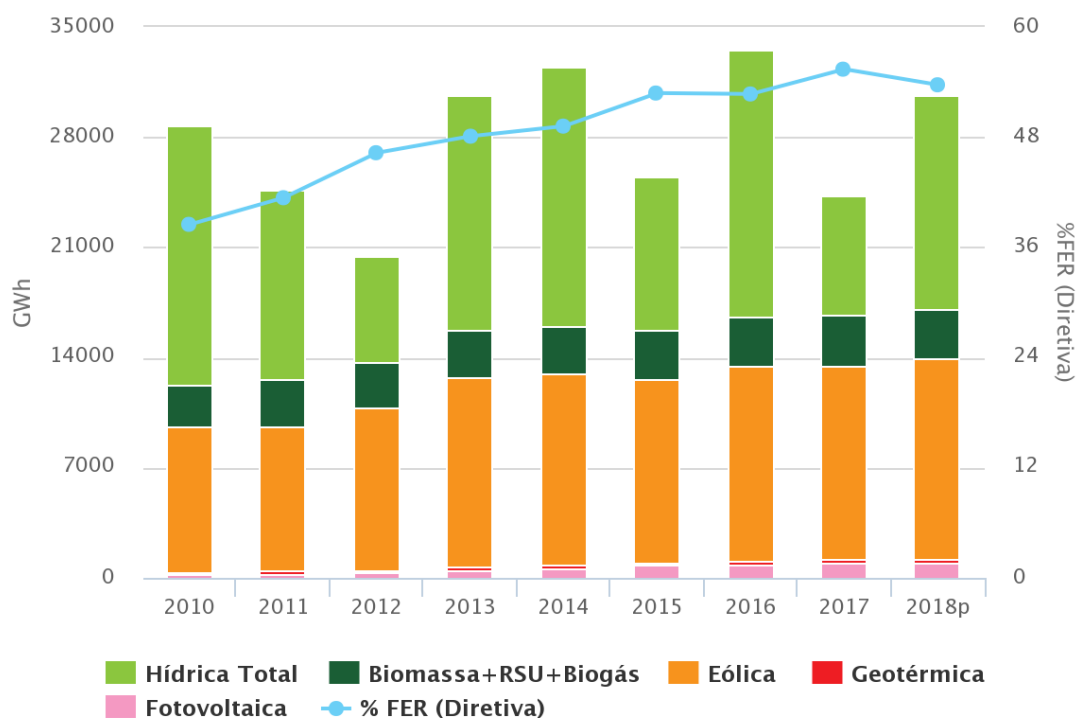


Figura 1.1- Produção anual de energia elétrica com base em FER em Portugal. (APA, 2019)

Na Figura 1.1, verifica-se que a maior produção de energia é através de fontes hídricas e eólica. No ano de 2017, a produção hídrica foi bastante inferior à de 2016 e de 2018. Essa redução de produção de energia deve-se à seca ocorrida nesse ano. Assistiu-se a uma quebra de 55,7% na produção hídrica no ano de 2017.

Tal como podemos ver através da comparação da Figura 1.2 e Figura 1.3, entre 2017 e 2018, houve uma redução em 10% da produção anual de energia não renovável (azul), devido ao aumento da produção anual das energias renováveis. Este aumento na produção de energia através de FER deveu-se essencialmente ao aumento da componente hídrica, que passou de 14,3% em 2017 para

24,4% em 2018, na produção total de eletricidade. De 2017 para 2018 a percentagem total de produção de energia por fontes não renováveis passou de 54,5% para 44,7%.

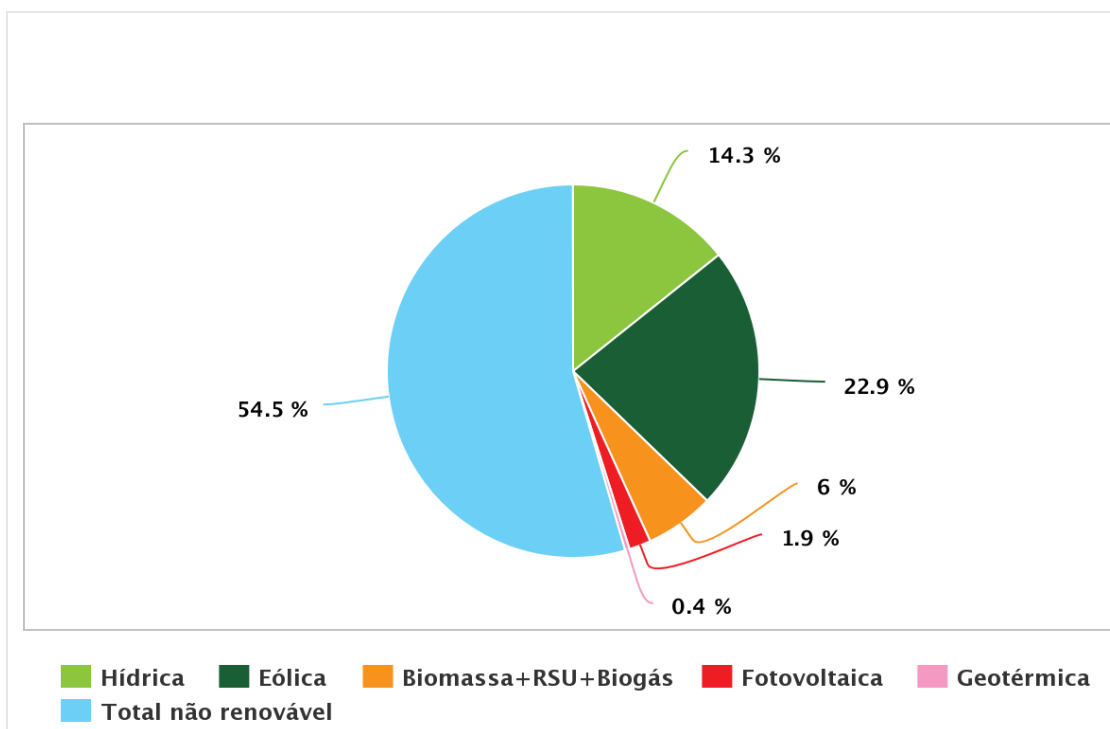


Figura 1.2 - Produção anual de energia elétrica com base em FER, em Portugal, em 2017 (APA, 2019).

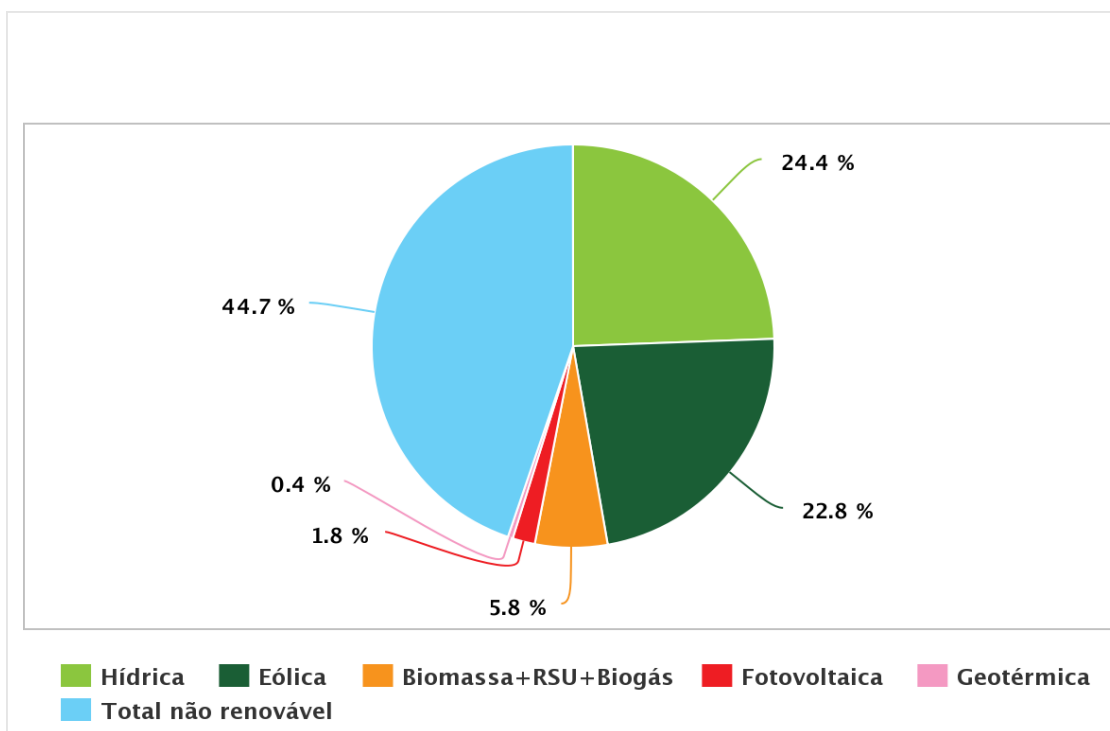


Figura 1.3 - Produção anual de energia elétrica com base em FER, em Portugal, em 2018 (APA, 2019).

Mais de metade da energia em Portugal é produzida através de fontes renováveis. A produção de energia renovável ocorre nas regiões Norte e Centro do País, onde se situam a grande parte dos aerogeradores e a maior parte da produção hídrica.

Na Figura 1.4 é possível ver a incorporação de energias renováveis por setor, de forma a perceber a aposta de Portugal na incorporação de energias renováveis no setor da produção de eletricidade. A Figura 1.5 apresenta o mesmo tema no contexto europeu.

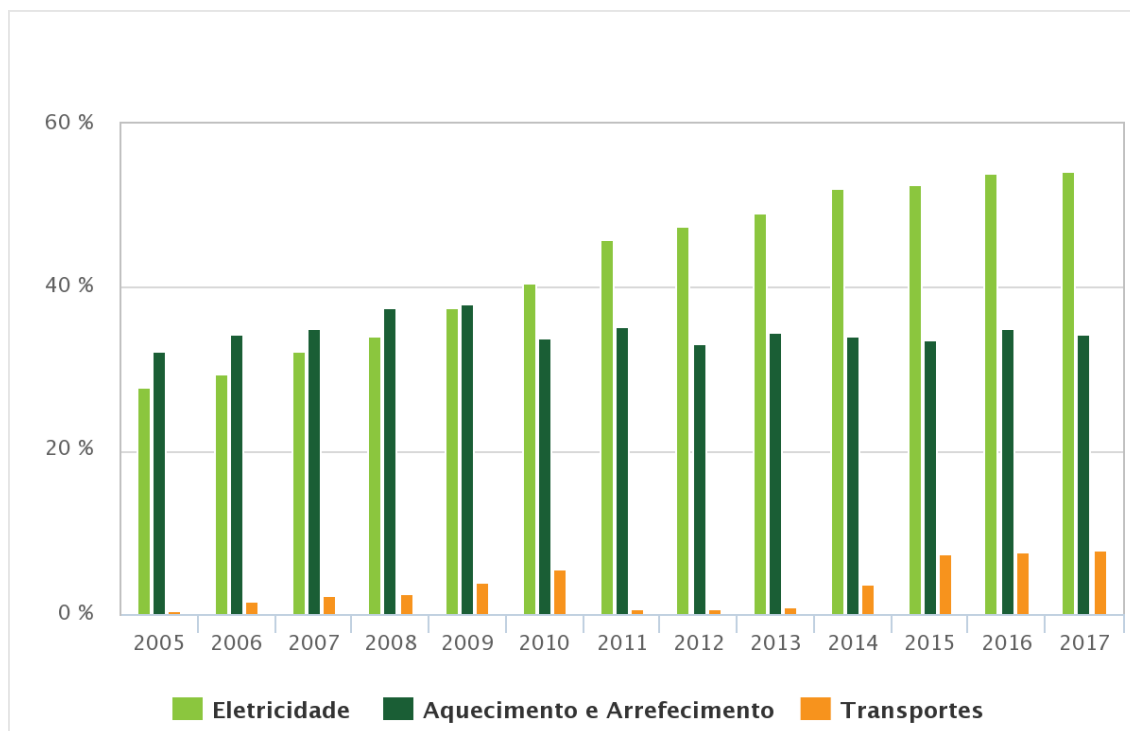


Figura 1.4 - incorporação de energias renováveis no consumo de energia, por sector em Portugal (APA, 2019).

Verifica-se na Figura 1.4, que em 2017, a quota no setor de eletricidade foi de 54,2%, no setor do aquecimento e arrefecimento de 34,4% e no setor dos transportes de 7,9%. No que diz respeito ao setor dos transportes, verificou-se um aumento da incorporação de energia renovável neste setor através de biocombustíveis, a partir de 2014. O crescimento foi importante, consequência também de legislação europeia e manteve-se constante de 2015 a 2017.

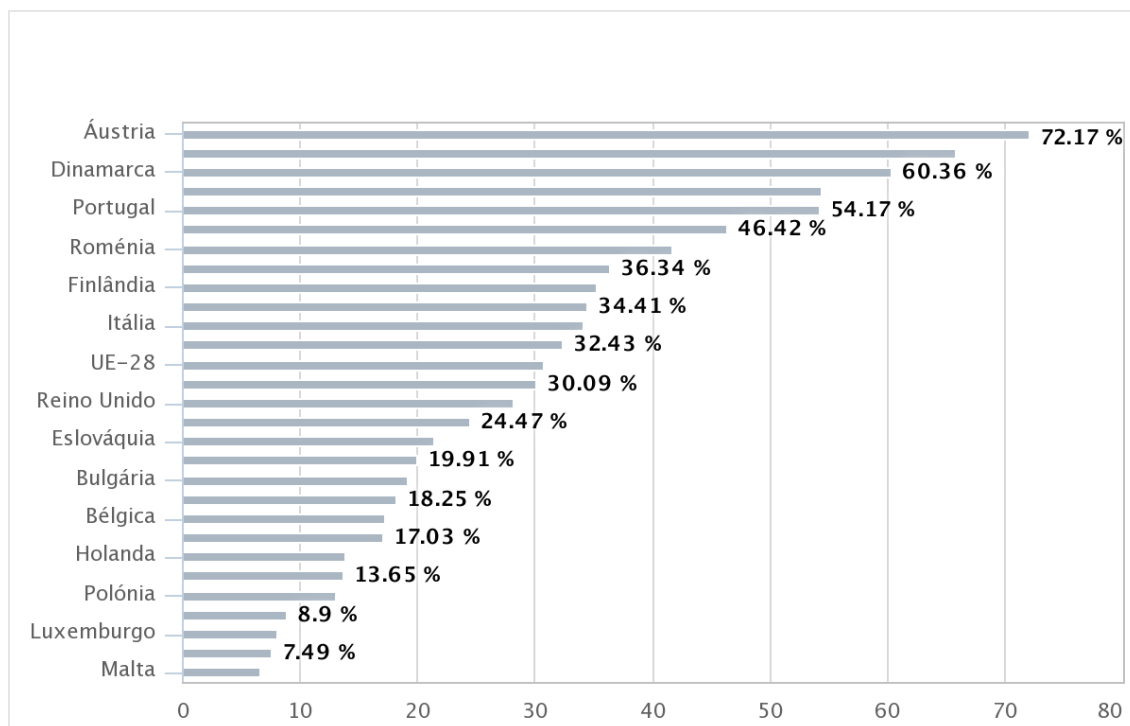


Figura 1.5 - Percentagem de incorporação de energias renováveis no sector da energia na UE-28 em 2017 (APA, 2019).

Na Figura 1.5 constata-se que, Portugal foi em 2017 o quinto país da UE com maior incorporação de energias renováveis na produção de energia elétrica, mais concretamente 54,17%. Em primeiro lugar ficou a Áustria, em segundo lugar a Suíça com 65.89%, em terceiro a Dinamarca, em quarto atrás de Portugal ficou a Letónia apresentando 54.36% e logo a seguir a Portugal, o sexto país com maior incorporação de renováveis no setor da eletricidade foi a Croácia com 46.42%. Espanha está na oitava posição com 36,34%. Apostar na incorporação de energias renováveis independentemente do setor, é uma mais-valia para o país, optando por escolhas de consumo mais eficiente exigindo métodos de produção de energia mais sustentáveis.

2 Mobilidade Elétrica

A partir de 2005, houve um novo impulso para a mobilidade elétrica. As preocupações com as alterações climáticas, estão a direcionar o mercado automóvel para a mobilidade elétrica, não se tratando apenas de uma questão de poluição urbana, mas também de poluição a nível mundial. Vários fatores fizeram aumentar a consciencialização global, influenciando a implementação de novas políticas, bem como estruturas reguladoras e instrumentos de mercado que contribuem para a redução das emissões de carbono. Tais instrumentos, serão descritos no capítulo seguinte.

2.1 Política de Mobilidade na Europa

O aumento da competitividade e da segurança energética têm sido sinalizados, ao nível da União Europeia, como objetivos estratégicos para o crescimento económico, com uma grande participação do setor dos transportes. A substituição de combustíveis com vista a reduzir o impacto ambiental gerado pelos transportes e as suas emissões, é um exemplo do conjunto de outras medidas que estão a ser tomadas no ramo da eficiência energética.

Assim, a Comissão Europeia estabeleceu um conjunto de metas no que diz respeito ao clima, energia e transporte. Essas metas estão definidas nas seguintes estratégias que devem ser alcançadas pelos Estados Membros da UE.

No quadro de ação de estratégias relativas ao clima e à energia no período de 2020 a 2030 (Sawaguchi, 2009):

- Redução mínima de 40 % nas emissões GEE quando comparados aos valores de 1990;
- Aumento de 32,5 % de eficiência energética;
- Chegar aos 32 % de fontes renováveis no total de energia final.

De forma a facilitar a introdução de transportes movidos a energias renováveis, e melhorar o impacto ambiental dos transportes e da redução das emissões de gases com efeito de estufa, foi criada a Diretiva nº 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à promoção de utilização de energia proveniente de fontes renováveis, definindo um objetivo comum a todos os Estado Membros, de incorporação de 10% de energia de origem renovável nos combustíveis para os transportes. Esta Diretiva propõe também uma redução de 6% das emissões de gases de efeito de estufa, referente aos combustíveis rodoviários de 2010. Ambas as metas são propostas até 2020.

O Decreto-Lei n.º 60/2017 de 9 de junho que estabelece o enquadramento para a implantação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos, transpondo a Diretiva n.º 2014/94/UE. Este decreto traduz o compromisso de Portugal quanto aos objetivos da União Europeia neste domínio, incluindo, designadamente, a definição:

- Dos principais conteúdos do Quadro de Ação Nacional (QAN), a aprovar por resolução do Conselho de Ministros;
- Das linhas orientadoras para o dimensionamento da rede de pontos de carregamento e a identificação da legislação aplicável;

- Das linhas orientadoras para o dimensionamento das redes de pontos de abastecimento de GNL e de gás natural comprimido.

A Diretiva tem como objetivo assegurar a criação de uma rede europeia de postos de abastecimento de veículos alternativos principalmente energia elétrica, gás natural e hidrogénio, promovendo a coesão do mercado dos veículos alternativos, de forma a criar uma redução da elevada dependência do petróleo no setor dos transportes.

Esta rede europeia tem como finalidade permitir a circulação sem obstáculos de AFV, criando condições para que estes veículos possam ser abastecidos em qualquer local dentro da UE, a qual propõe:

- 8 milhões de postos de carregamento para veículos elétricos no total de todos os estados membros, sendo esperado um investimento de 10 biliões de Euros até 2020 para instalação dos postos de carregamento para veículos elétricos e de postos de abastecimento de veículos de combustíveis alternativos;
- No caso de Portugal, até 2020 esperam-se 123 000 postos de carregamento, dos quais 10%, neste caso 12 300 postos, necessitam de ser de acesso público;

É definido que o carregamento comum é o sistema de tomada e ficha Tipo 2 – Mennekes e os postos de abastecimento público devem respeitar as normas de abastecimento na UE e respeitarem a distância máxima entre postos de abastecimento de 300km.

Roteiro para energia em 2050:

O objetivo principal deste roteiro é a sustentabilidade e independência energética. Logo este sistema deve ser compatível com as metas de redução de GEE, eficiente a nível energético e independente de combustíveis fósseis. Os Estados Membros concordaram desenvolver uma rede de infraestruturas interligada, com especificações técnicas comuns, permitindo uma distribuição de energia elétrica e gás natural a vários países.

Livro branco dos transportes:

É conhecido como o Roteiro do Espaço Único Europeu dos Transportes que foi elaborado em 2001 e substituído por uma nova versão em 2011. O novo roteiro de 2011 tem como principal objetivo a redução da dependência do petróleo e uma redução de 60% das emissões de GEE até 2050 no setor do transporte, comparativamente aos valores de 1990.

Clean Power for Transport:

É um conjunto de medidas que pretendem facilitar e expandir a utilização de combustíveis alternativos tendo como objetivo a promoção de veículos de transporte rodoviário não poluentes e energeticamente eficiente através da Diretiva de Veículos Limpos (2009/33/CE). Pretende medir durante o tempo de vida útil do veículo, os impactos energéticos e ambientais como emissões e consumo energético e introduzi-los no custo de aquisição de um veículo.

Green eMotion:

A *Green eMotion* foi um projeto da UE que aparece com o intuito de promover a mobilidade elétrica entre 2011 e 2015 dando conhecimento, experiências e novidades dos veículos movidos a eletricidade. Este projeto explorou as condições básicas e necessárias que precisam de ser cumpridas para a mobilidade elétrica em toda a Europa. Os principais objetivos foram:

- Estabelecer uma estrutura para a mobilidade elétrica que seja aceite e de fácil utilização;
- Integrar desenvolvimentos de redes inteligentes, soluções inovadoras de tecnologias de informação e comunicação e diferentes tipos de conceitos de mobilidade urbana da UE;
- Criar um mercado europeu para a mobilidade elétrica de forma a permitir o *roaming*.

European Green Vehicles Initiative:

Designa-se como uma parceria público-privada dedicada à promoção de veículos ecológicos e soluções de sistemas de mobilidade que correspondam aos principais desafios sociais, ambientais e económicos futuros. Com foco na eficiência energética de veículos a motores alternativos, visa acelerar a pesquisa, desenvolvimento e demonstração de tecnologias que permitam o uso eficiente de energias limpas no transporte rodoviário no período entre 2014 e 2020.

Mobi.Europe:

O *Mobi.Europe* é um consórcio que junta 12 empresas e entidades públicas de cinco países como Portugal, Espanha, França, Holanda e Irlanda. Este projeto foi cofinanciado em 50% pela Comissão Europeia. Tem como principais objetivos:

- Demonstrar que as redes públicas de carregamento são viáveis e que permitem gerir o carregamento de vários veículos ao mesmo tempo;
- A uniformização de soluções tecnológicas;
- Permitir a circulação sem barreiras de veículos elétricos dentro da UE;
- Criar os alicerces para uma rede Pan-Europeia de Mobilidade Elétrica.

2.2 Política de Mobilidade em Portugal

Em 2009, através da Resolução de Conselho de Ministros nº 20/2009, de 2 de fevereiro, foi criado um programa de Mobilidade Elétrica em Portugal, que tinha como principal objetivo a massificação de utilização de veículos elétricos, estabelecendo os objetivos e os princípios fundamentais da mobilidade elétrica. Em 2010, o Decreto-Lei nº 39/2010, promulgado a 9 de Abril, alterado pelo Decreto-Lei nº 90/2014, de 11 de junho, iniciou a regulamentação das condições legais para implementação de uma rede de mobilidade elétrica com o intuito de incentivar a utilização e aquisição de EV e criar uma rede de postos de carregamento a nível nacional (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016).

Através do Decreto-Lei nº 90/2014, de 11 Junho, o qual procede à terceira alteração ao Decreto-Lei nº 39/2010 de 9 de Abril (alterado pela Lei nº 64-B/2011 de 30 de Dezembro, e pelo Decreto-Lei nº 170/2012 de 1 de Agosto), estabelece-se o regime jurídico da mobilidade elétrica, aplicável à organização, acesso e exercício das atividades relativas à mobilidade elétrica, bem como as regras destinadas à criação de uma rede piloto de mobilidade elétrica que se rege pelos seguintes princípios (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016):

- Liberdade de escolha de contratação da operadora;
- Liberdade de acesso para o carregamento de baterias elétricas em qualquer ponto de carregamento público, independente do operador contratado para comercializar a energia;
- Interoperabilidade entre a rede de mobilidade elétrica as diversas marcas e sistemas de carregamento;
- Acesso à rede de mobilidade elétrica em espaços privados;
- Harmonização do custo e não discriminação na gestão de operações da rede;
- Transparência e igualdade de tratamento na formulação e fixação da remuneração e dos preços dos serviços prestados;
- Isenção para efeitos regulatórios e tarifários das atividades relativas à mobilidade elétrica exercidas por entidades que desenvolvam atividades no setor da energia.

Ao abrigo da legislação acima referida foram consagradas as portarias nº 240/2015 de 12 de agosto e nº 241/2015 de 12 de agosto) e o Regulamento nº879/2015) aprovado pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) em 22 de dezembro, veio criar condições técnicas e procedimentos para o início de abertura do mercado de comercialização de energia para a mobilidade elétrica que foi concretizado em 2018. Portugal desenvolveu assim várias iniciativas nacionais na área do clima, energia e transportes das quais se destacam:

Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

Este plano foi aprovado para o período 2013-2016 com o intuito de melhoria da eficiência energética. Este plano insere-se em vários setores, incluindo o dos transportes na qual visam a melhoria da eficiência energética dos veículos. Prevê-se um crescimento bruto para Portugal no que diz respeito à mobilidade elétrica, contabilizando 33 mil veículos elétricos em 2020.

Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

Foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 20/2013 de 10 de abril, entre 2013 e 2020. Neste período prevê-se que haverá um aumento da produção de energia elétrica, gerada através de fontes renováveis. Estima-se que dos 33 mil veículos elétricos previstos para 2020, um terço desses veículos sejam ligeiros de passageiros e dois terços motociclos e veículos equiparados.

Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050

A elaboração do Roteiro tem como objetivo o estudo da viabilidade técnica e económica de trajetórias de redução das emissões de gases com efeito de estufa em Portugal, conduzindo assim uma economia

de baixo carbono. Este Roteiro está em linha com os objetivos que a UE tem de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em 80-95% até 2050 face às emissões registadas em 1990. O setor dos transportes comparativamente aos valores de 1990 em percentagem tem um potencial de redução de emissões de CO₂ de -54% a -67% (APA, 2012).

Reforma da Fiscalidade Verde

A Lei nº 82-D/2014 de 31 de dezembro aprovada em Conselho de Ministros vem promover a reintrodução dos incentivos fiscais na compra de EV tais como:

- Isenções de Imposto Sobre Veículos (ISV) e Imposto Único de Circulação (IUC) para EV e PHEEV;
- Incentivo fiscal ao abate de veículos ligeiros com mais de dez anos com benefícios 4 500 € na aquisição de um BEV, 3 250 € para um PHEV e 1 000 € para quadriciclos pesados elétricos, estes veículos necessitam de ser adquiridos novos;
- Agravamento do imposto sobre produtos petrolíferos;
- Dedução do IVA relativo a aquisição transformação e reparação para empresas.
- Compromisso para o crescimento verde

Este compromisso apresenta os seguintes objetivos relacionados com o setor do transporte:

- Reduzir as emissões de GEE de 87,8 Mt CO₂ em 2005 para 68 a 72 Mt CO₂ em 2020 e de 52,7 a 61,5 Mt CO₂ para 2030;
- Aumentar a percentagem das energias renováveis no consumo de energia para 32% em 2020 e de 40% em 2030 reduzindo a dependência externa de petróleo;
- Diminuir a poluição atmosférica limitando os dias com índice de qualidade do ar avaliados como “Fraco” e “Mau” para 9 dias em 2020 e 2 dias em 2030 protegendo assim a saúde dos cidadãos Portugueses. São vários os setores que necessitam de contribuir para uma melhoria na qualidade do ar, um dos principais setores é o setor dos Transportes que deverá apostar na mobilidade elétrica.

A 3ª Conferência Temática de iniciativa do Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia MAOTE do processo de discussão pública, organizada pelo GEOTA - Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente, sobre o tema “Mobilidade e Transportes” ocorreu no dia 7 de novembro de 2014 no Grande Auditório da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa no Campus da Caparica. Este evento focou-se nos seguintes tópicos (MAOTE, 2014):

- Promover a mobilidade elétrica, alargando e introduzindo maior concorrência na rede pública e privilegiando os modos de carregamento em locais privados (habitações e locais de trabalho) e em locais privados de acesso público;
- Incentivar utilização de veículos movidos a combustíveis menos poluentes;
- Promover a utilização de biocombustíveis de 2ª e 3ª geração;
- Fomentar o desenvolvimento da rede de postos de abastecimento de combustíveis limpos;
- Incentivar a utilização dos transportes coletivos nas deslocações urbanas e interurbanas;

- Dinamizar a transferência do transporte de mercadorias para a ferrovia;
- Divulgar informação sobre opções de mobilidade urbana;
- Elaborar planos de mobilidade ao nível da Administração Pública e das empresas.

A entidade que gere a rede pública de carregamentos para viaturas elétricas em Portugal é a MOBI.E, tem o intuito de garantir eletricidade para os utilizadores de EV, criando assim uma rede por todo o país. Esta entidade será descrita no próximo capítulo.

2.2.1 Arquitetura do modelo MOBI.E

Neste curto capítulo são abordados a infraestrutura e o modelo operacional português, que se designa por uma monorede denominada MOBI.E. A sua infraestrutura é financiada de acordo com o princípio do utilizador/pagador, onde o operador e a entidade gestora adicionam uma taxa de acesso, a ser paga pelos comercializadores pelo acesso dos clientes. A MOBI.E é composta por 1250 pontos de carregamento (tomadas) a contar com privados e públicos em 50 municípios de Portugal Continental e da Região Autónoma da Madeira (Mobie, 2019). Na Figura 2.1 é possível analisar o funcionamento da arquitetura da rede MOBI.E.

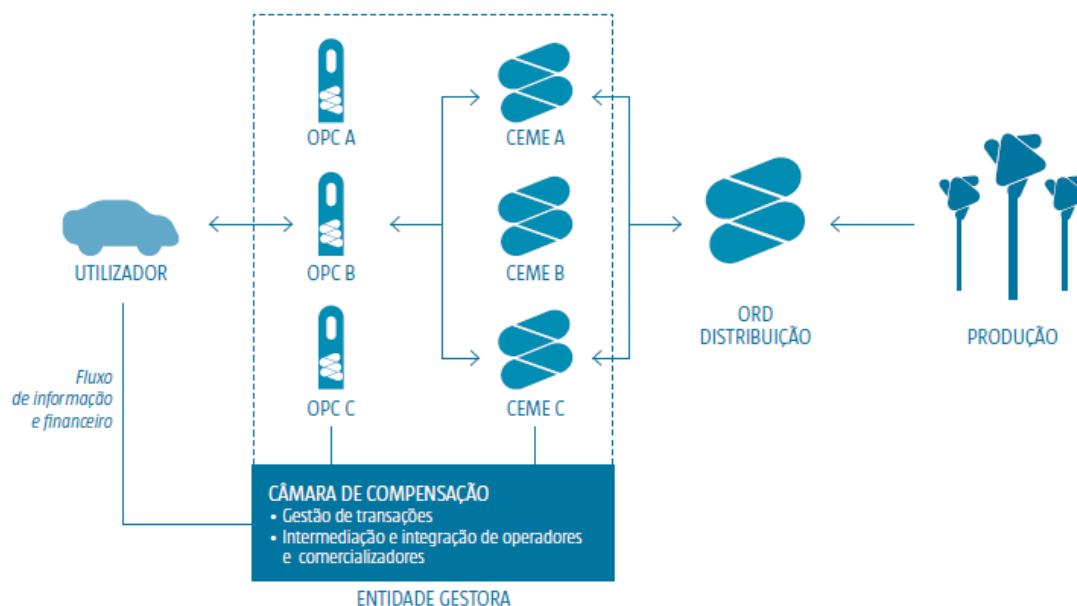


Figura 2.1 - Arquitetura da rede MOBI.E (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016)

A arquitetura do modelo da MOBI.E apresentada na figura anterior requer a produção de energia e a mesma necessita de uma Operação de Rede de Distribuição (ORD) que liga os computadores à rede elétrica com a finalidade de distribuição de energia e de mensalmente disponibilizar à Entidade Gestora (EG) os consumos de cada ponto de entrega de um Posto de Carregamento (PC) da rede de Mobilidade Elétrica (ME). A EG é a entidade nomeada pelo governo que exerce a atividade de gestão da rede de mobilidade elétrica e que define as regras de funcionamento e os procedimentos a adotar. A entidade gestora irá prestar serviços contratados pelos Operadores de Posto de Carregamento (OPC) e por Comercializador de Eletricidade para a Mobilidade Elétrica (CEME), nomeadamente operações de

faturação e liquidação dos montantes devidos ou a receber por cada uma daquelas entidades, em virtude do exercício das suas atividades. Os CEME têm a finalidade de comercializar a eletricidade da Rede da ME. Os OPC têm como finalidade investir e operar os postos de carregamento da rede mobilidade elétrica e garantir a conformidade dos equipamentos e cobrar aos comercializadores CEME a utilização dos seus clientes à rede. Por fim, a energia está disponível aos utilizadores de um EV. A Tabela 2.1 descreve sucintamente as principais responsabilidades de cada entidade presentes na Arquitetura da Rede MOBI.E.

Tabela 2.1 - Entidades e respetivas responsabilidades (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016)

ENTIDADE	PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES
Operadores de Pontos de Carregamento (OPC)	<ul style="list-style-type: none"> Investir e operar os postos de carregamento da rede de mobilidade elétrica, suportando o risco de investimento da infra-estrutura e de custos de comunicação com a EG. Integrar os seus sistemas e pontos de carregamento na RME e pagar contrapartida à EG pelas operações de faturação e liquidação dos montantes devidos. Garantir a conformidade dos equipamentos, sistemas e comunicações dos repetitivos PC com as regras estipuladas pela EG. Permitir a oferta de serviços de carregamento nos seus postos, por parte de qualquer comercializador de mobilidade elétrica. Cobrar aos comercializadores a utilização dos PC pelos seus clientes.
Comercializadores de eletricidade para a Mobilidade Elétrica (CMEE)	<ul style="list-style-type: none"> Detentores de registo de comercialização de eletricidade para a ME, são responsáveis por exercer a atividade de comercialização de eletricidade com um cliente de ME. Podem discriminar positivamente grupos de clientes, através da aplicação de descontos nos postos de comercialização de eletricidade para a ME ou da comercialização conjunta de serviços ou produtos diversos (<i>bundling</i>).
Entidade Gestora da Rede de Mobilidade Elétrica (EG)	<ul style="list-style-type: none"> Entidade nomeada pelo Governo que exerce a atividade de gestão da rede de mobilidade elétrica. Definir as regras de funcionamento e os procedimentos a adotar pelos agentes que desenvolvem atividades de mobilidade elétrica, no que respeita à experiência de utilizador e à integração dos pontos de carregamento, sistemas e serviços na RME. Prestar os serviços contratados pelos OPC e CEME, nomeadamente operações de faturação e liquidação dos montantes devidos ou a receber por cada uma daquelas entidades em virtude do exercício das suas atividades.
Operação da rede de distribuição (ORD)	<ul style="list-style-type: none"> Ligar os PC à rede elétrica nacional. Disponibilizar mensalmente à Entidade Gestora os consumos de cada ponto de entrega dos PC integrados na rede de ME.

Contudo, este modelo restringe cada uma das entidades de diferente maneira como é possível ver na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Entidades e respetivas responsabilidades (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016)

ENTIDADE	PRINCIPAIS RESTRIÇÕES INDUZIDAS
Operadores de Pontos de Carregamento (OPC)	<ul style="list-style-type: none"> • Não pode ter relação direta ou contratual com os clientes finais. • Não controla as opções tecnológicas da sua infraestrutura. • Tem de utilizar um protocolo de comunicação e processamento de transações único (e.g. cartões de acesso, sistemas de supervisão). • É obrigado a conferir poderes à EG para a realização de operações de faturação e liquidação e contratar a EG como prestador de serviços de processamento de transações único, não lhe sendo permitido optar por outras alternativas potencialmente mais simples e económicas.
Comercializadores de eletricidade para a Mobilidade Elétrica (CMEE)	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialização de eletricidade dissociada dos pontos de entrega físicos da rede. • Não podem discriminar os PC, em acessos e em preços, nos contratos de fornecimento de energia elétrica com os utilizadores de veículos.
Entidade Gestora da Rede de Mobilidade Elétrica (EG)	<ul style="list-style-type: none"> • Não está definida a forma como deverão ser ajustados os processos de contagem, de faturação e de fecho de carteiras de comercializadores do mercado elétrico, de modo a permitir esta nova realidade.
Operação da rede de distribuição (ORD)	<ul style="list-style-type: none"> • Dependente da EG para apurar quanto foi fornecido por cada cliente e de forma agregada por carteira de comercializador. • A coexistência de vários comercializadores em simultâneo num mesmo ponto de entrega físico da rede implicará processos que terão que assentar em trocas de informação entre EG e or ORD.

Pontos de acesso público

Na rede de acesso público, não existe contrato de abastecimento de energia para alimentar um ponto de carregamento, pois o OPC é o proprietário do posto, mas não o cliente final da energia. Assim, os pontos de ligação à rede de distribuição nacional são pontos de ligação sem a identificação de um cliente responsável por esse ponto e sem um contrato com um comercializador a ele atribuído. Nesta situação, o operador de rede de distribuição (ORD) fica dependente da Entidade Gestora da rede pública para apurar quanto foi fornecido por cada cliente e de forma agregada por carteira de comercializador.

Pontos de acesso privado

No caso de espaços privados, é necessário instalar contadores de energia dentro da instalação elétrica privada do cliente de forma a energia não ser cobrada duas vezes. Com a medição da energia fornecida aos pontos de carregamento, o ORD terá a informação necessária para descontar na medição de energia à entrada do espaço do proprietário.

3 Veículos elétricos

3.1 Breve história dos carros elétricos

O primeiro veículo elétrico foi construído em 1834 e surge como resposta aos veículos a vapor e a gasolina que eram utilizados nessa época. A construção do primeiro veículo elétrico tem cooperação de cientistas norte-americanos e europeus, sendo os cientistas dignos de registo: o americano Thomas Davenport e o escocês Robert Davidson que, em 1842, utilizavam baterias não recarregáveis. Após um período em que apenas França e Inglaterra pareciam apostar no desenvolvimento deste veículo, no final do século XIX, as vantagens recorrentes da utilização deste tipo de veículos pareciam tornar-se óbvias para os americanos, que começaram, em 1895, a dedicar-se ao desenvolvimento destes veículos (Past, 2013).

Os veículos elétricos quando comparados a veículos de combustão interna, apresentam um conjunto de características que lhes confere vantagens únicas; tais como: a inexistência de emissão de ruídos quando estes veículos estão em funcionamento e inexistência de vibrações resultantes dos motores de combustão ou movidos a vapor. Foram fatores como os enunciados anteriormente que tornaram estes veículos bastante atrativos para a época (Past, 2013).

Em 1897 a empresa “*Electric Vehicle Co.*” introduz em Nova Iorque o veículo elétrico e em 1899 a empresa atingiu 60 táxis elétricos na sua frota da mesma. O veículo elétrico começa assim a ganhar maior visibilidade (Past, 2013).

No final do século XIX e início do século XX estes veículos tornaram-se muito populares, mas devido às limitações associadas às baterias e devido ao avanço na tecnologia de carros ICE com uma produção em massa, os veículos elétricos foram condenados ao insucesso com posterior desaparecimento dos mesmos.

De 1970 a 1980 o interesse por veículos elétricos despertou novamente devido à crise de petróleo que decorreu de 1973 a 1974. Esta crise deveu-se ao embargo feito pelos países árabes, membros da Organização de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) aos EUA, esta crise levou ao aumento do preço do petróleo que em 5 meses quadruplicou. Nesta época, houve alguns avanços tecnológicos no que diz respeito à eletrónica de potência e baterias, mas, apesar desses avanços, o obstáculo à comercialização de veículos elétricos, manteve-se devido à falta de aposta e acreditação do mesmo (Chan, 2007).

Em 2000 surge de novo o interesse por EV devido ao aumento abrupto do preço do petróleo e a necessidade de reduzir gases de efeito de estufa. Atualmente os veículos elétricos já são vistos com outros olhos pela população, que se consciencializou para uma mobilidade sustentável, tentando reduzir a pegada carbónica mundial e individual (Chan, 2007).

O esgotamento eminente das fontes de energia primárias, a dependência energética do petróleo e o impacto ambiental daí resultante, conduz a uma aposta em novos modelos energéticos para a mobilidade. Estas apostas visam a melhoria da qualidade de vida das populações e a redução da fatura energética nacional. O principal objetivo passa por contribuir para a mobilidade sustentável,

maximizando as vantagens e integrando as energias renováveis como alternativa aos combustíveis fósseis. Logo, é de extrema importância saber quais as emissões dos veículos elétricos quando comparados a veículos de combustão interna. Os cálculos das emissões serão apresentados no capítulo de resultados, onde serão apresentados sucintamente todos os cálculos.

3.2 Tecnologias atuais

Cada vez mais os meios alternativos de transporte são soluções atrativas que podem diminuir o nível de emissões de gases poluentes. No entanto a decisão pode ser difícil, pois existem vários fatores a ter em conta como o estilo de condução individual do condutor, a autonomia das baterias e os modos de carregamento. Atualmente, existem vários tipos de veículos, os mais usuais movidos a combustível fóssil, veículos elétricos, veículos elétricos híbridos, híbridos e hidrogénio. Neste capítulo, abordam-se as principais características tais como modo de operação e consumo de energia dos carros a combustível, elétricos e híbridos.

Um veículo elétrico é alimentado por energia elétrica que é armazenada em baterias e é propulsionado por um motor elétrico. É definido como EV todos os veículos cujo motor elétrico é a principal fonte de propulsão. Isto inclui veículos elétricos híbridos *plug-in* (PHEV), veículos elétricos com extensão de alcance (REEV), veículos elétricos a bateria (BEV) e veículos elétricos a células de combustível (FCEV), mas exclui veículos elétricos híbridos (HEV) como é possível ver na Figura 3.1 (Electric vehicles in Europe, 2018).







... To a portfolio of powertrains			Propulsion		Energy generation/source		
			ICE	E-motor	ICE ¹	Plug-in ²	Fuel Cell ³
ICE	 Volkswagen Golf	Internal Combustion Engine	Driving with conventional combustion engine only	✓		✓	
HEV	 Toyota Prius	Hybrid Electric Vehicle	Driving with combustion engine and/or e-motor	✓	✓	✓	
PHEV	 Mitsubishi Outlander PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	Driving with combustion engine and/or e-motor, plug-in to recharge battery	✓	✓	✓	
REEV	 BMW i3 with range extender	Range Extended Electric Vehicle	Driving with e-motor only, ICE & plug in (or fuel cell) used to recharge battery	✓	✓	✓	✓ Currently in pilots
BEV	 Nissan LEAF	Battery Electric Vehicle	Driving with e-motor only and storing energy in battery	✓		✓	
FCEV	 Hyundai ix35 fuel cell	Fuel Cell Electric Vehicle	Driving with e-motor only and storing energy in hydrogen	✓		✓	✓

Figura 3.1 - Tipo de veículos existentes (Electric vehicles in Europe, 2018)

Carros movidos a combustível fóssil (ICEV)

Os carros que são movidos a combustível, *Internal Combustion Engine Vehicle* (ICEV), usam um motor de combustão interna para produzir energia. Existe uma câmara de combustão onde o ar e o combustível são misturados, comprimidos e queimados para produzir forças que transformam a energia química em energia mecânica útil. Este processo sofre grandes perdas de energia porque apenas entre 15% e 40% da energia do combustível é transformada; mais de 60% da energia é perdida. Quanto mais eficiente for o motor, mais eficaz vai ser a produzir energia mecânica que por sua vez reduz a emissão de CO₂ e o consumo de combustível. Isto porque a emissão de CO₂ depende da quantidade de energia usada para produzir as forças de rotação necessárias, bem como do tipo de combustível e do modo condução (Mehar *et al.*, 2015).

Veículos elétricos (BEV)

Os carros elétricos têm um pequeno motor elétrico em vez de um motor a combustão. Tanto os veículos elétricos como híbridos são mais eficientes energeticamente que os carros movidos a combustível. Os carros elétricos podem atingir uma eficiência energética à volta de 90% e têm muitos benefícios, tanto para a economia como para o meio ambiente. A mobilidade através deste tipo de veículos pode permitir a independência energética dos recursos fósseis utilizando a eletricidade gerada no local em vez de depender de recursos fósseis importados. Além disso, a eletricidade é mais barata que o combustível e pode ser gerada usando vários recursos naturais e renováveis. Vários estudos mostraram que a energia renovável tem o potencial de atender à grande maioria das necessidades energéticas e minimizar a poluição. As baterias foram um fator limitante no progresso dos veículos elétricos. A distância que os carros elétricos podem cobrir é limitada, além disso, a bateria elétrica precisa de muito tempo para carregar, dependendo do tipo de carga.

Veículos elétricos híbridos (HEV)

Os veículos híbridos são um compromisso entre a gasolina ou gasóleo e os veículos elétricos. Estes veículos HEV não são totalmente elétricos, pois combinam um motor de combustão interna com uma bateria elétrica, pelo que não são definidos como automóveis elétricos. O veículo começa a funcionar com a energia da bateria. A partir de uma certa velocidade altera e a fonte de energia do carro passa a ser o motor de combustão interna. A bateria elétrica também consegue ser usada quando o carro precisa de mais energia para subir com grandes inclinações ou para se mover a uma velocidade maior (Mehar *et al.*, 2015).

Os HEV recarregam as baterias apenas pelo funcionamento do motor de combustão interna e do sistema de travagem regenerativa, que armazenam a energia elétrica produzida para fornecer ao motor elétrico. Estas baterias apresentam um tamanho mais pequeno que as baterias dos BEV e os PHEV, tendo assim um custo mais reduzido (Zhang *et al.*, 2014).

Veículo elétrico híbridos *Plug-in* (PHEV)

Este veículo híbrido *Plug-In* tem um funcionamento diferente do veículo híbrido (HEV), pois a bateria do motor elétrico pode ser recarregada tanto pela rede elétrica como pelo motor a combustão. Este

veículo também não é totalmente elétrico, pois possui um motor elétrico e um motor de combustão interna o qual apresenta consumos de gasolina ou gasóleo. No entanto, ao contrário dos HEV, estes veículos permitem abastecer a bateria em tomadas ou em postos de carregamento, conferindo assim uma maior autonomia no modo totalmente elétrico.

Quando a bateria do funcionamento elétrico do automóvel é totalmente consumida entra em funcionamento o motor de combustão interna. Este motor de combustão interna permite alimentar o gerador que gera energia de modo a abastecer as baterias (Chan, 2007).

Veículos elétricos com extensor de energia (REEV)

Os PHEV também podem ser opcionalmente equipados com um extensor de autonomia. O extensor de autonomia irá permitir uma autonomia maior em modo elétrico e passa a designar-se por REEV (*Range extended electric vehicle*). Estes veículos têm um funcionamento semelhante ao dos PHEV. Tanto o PHEV como o REEV não libertam emissões quando estão em modo totalmente elétrico. Estes veículos têm emissões mais elevadas que um BEV e mais baixas que um ICEV. A autonomia dos veículos PHEV são em média cerca de 30 a 60Km e a dos REEV maiores, ambas servem para deslocações diárias de curta distância.(Chan, 2007)

Veículo Elétrico de Célula de Combustível (FCEV)

Os FCEV usam hidrogénio como combustível para produzir eletricidade. A eletricidade é utilizada para mover o veículo ou é armazenada numa bateria ou outro dispositivo de armazenamento de energia. Como as células de combustível geram eletricidade a partir de uma reação química isotérmica, não queimam combustível. Logo não produzem poluentes, são assim praticamente livres de emissões. O subproduto de uma célula de combustível de hidrogénio é água.(Chan, 2007)

Os veículos acima descritos são os tipos de veículos existentes no mercado atual, mas apenas os PHEV, REEV, BEV e FCEV estão inseridos no grupo de carros elétricos. Os HEV não podem ser designados elétricos, pois combinam um motor de combustão interna com uma bateria elétrica. Este tipo de veículos nunca trabalha unicamente com a bateria elétrica, precisa sempre de auxiliar com o motor de combustão, inserindo assim os HEV fora dos veículos elétricos.

Na Figura 3.2 é possível ver as diferentes tecnologias de propulsão de cada tipo de veículo mencionado anteriormente.

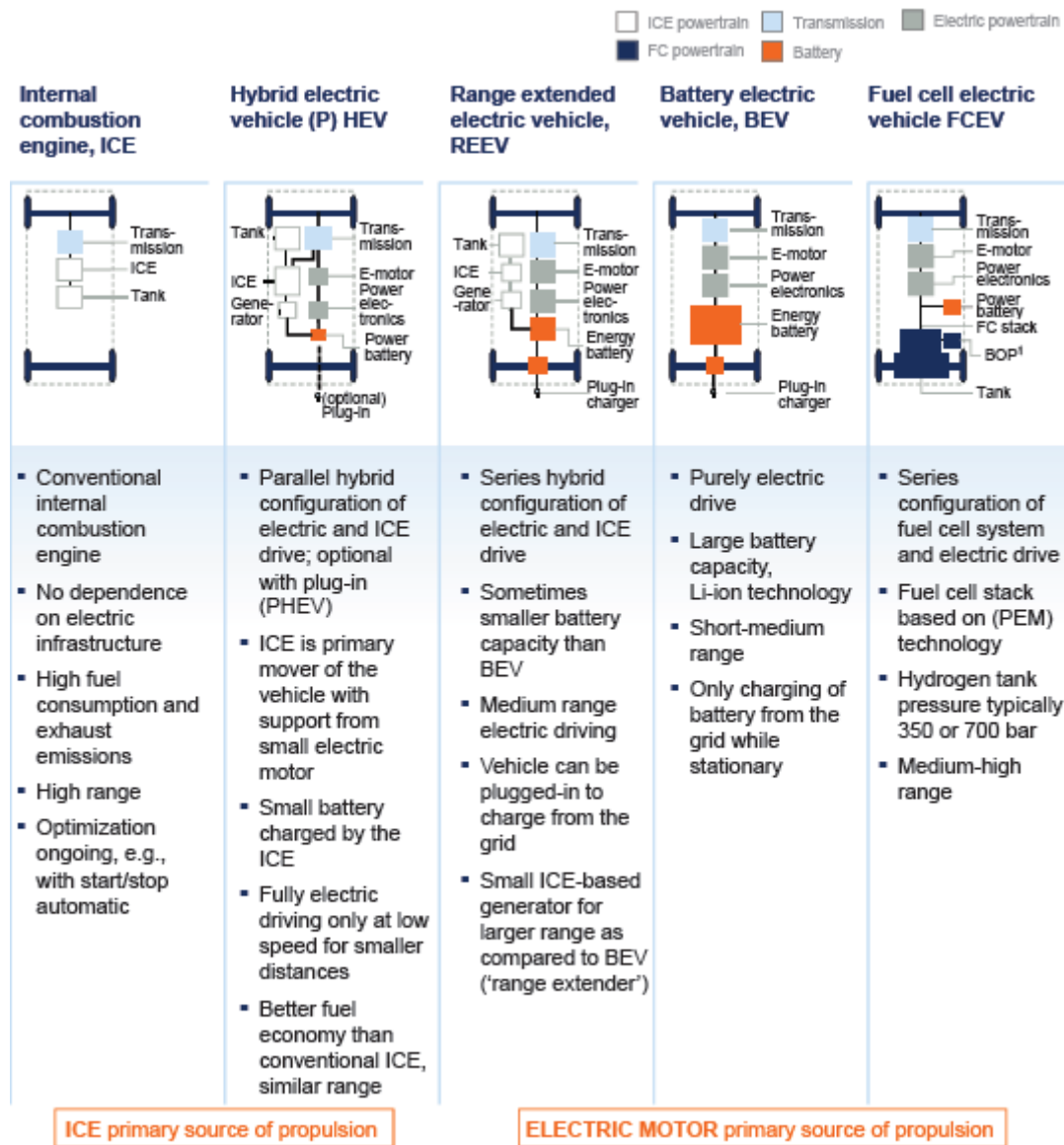


Figura 3.2 - Diferentes tecnologias de propulsão (Electric vehicles in Europe, 2018)

A Figura 3.2 descreve as principais componentes de cada tipo de veículos. Apesar de, parecer que os veículos de combustão interna são mais simples, na realidade são mais complexos quando comparados com um BEV, pois o motor de combustão interna requer uma manutenção maior e um maior número de peças de motor que terão um desgaste maior.

Um PHEV configura, dois tipos de motores um ICE e um motor elétrico. Estes veículos apresentam melhores consumos de combustível e emissões combinadas do que um veículo ICE.

Em determinadas situações o BEV é o tipo de veículo elétrico com maior potencial para frotas de empresas devido ao baixo custo de operação e manutenção. As componentes necessárias para o funcionamento deste veículo são (Ansariipoor et al., 2016):

- Bateria de tração (~ 380V) – A bateria tem como função fornecer a energia necessária de forma a que o motor elétrico funcione, teoricamente quanto maior a capacidade da bateria maior a autonomia da viatura.
- Bateria de Serviço (12V) – Esta bateria tem a função de alimentar todos os acessórios elétricos de 12 V do veículo. Esta bateria auxiliar é recarregada pela bateria de alta tensão através de um conversor de corrente contínua (CC).
- Motor elétrico – Este motor tem duas funções, transmitir o movimento de locomoção do veículo e recarregar as baterias em desacelerações ou travagem do veículo a partir da energia cinética.
- Inversor – O inversor está encarregue de transformar a CC da bateria de tração em corrente alternada (CA) para alimentar o motor, e reverte novamente este processo CA para CC quando existe regeneração de travagem.
- Caixa de velocidades – Os BEV não possuem uma caixa de velocidades como os ICE, apenas têm uma caixa de velocidades que lhe confere uma grande potência e binário.
- Carregador Interno – Tem a função de transformar a CA em CC e aumentar a sua voltagem de forma a recarregar as baterias do veículo. Ou seja, em CA apenas é possível carregar com a potência máxima do carregador interno, em CC não existe essa limitação da potência do carregador interno, pois independentemente da potência do posto é possível carregar com uma potência superior ao do carregador interno pois este modo de carregamento vai direto para a bateria (*Mobiletric*, 2019).

3.3 Tecnologias em desenvolvimento

A sociedade continua a esforçar-se para encontrar fontes limpas e alternativas de energia. No setor automóvel, a redução de poluentes e emissões de gases de efeito estufa são os principais objetivos dos fabricantes de automóveis e as novas tecnologias são cruciais para atingir esse objetivo. Uma tecnologia que foi proposta e vigorosamente adotada na última década é a célula de combustível um dispositivo eletroquímico que reage com o hidrogénio e com oxigénio para produzir água, eletricidade e calor (Mitchell *et al.*, 2006).

Nos veículos movidos a hidrogénio ou FCEV a célula de combustível é o hidrogénio que é armazenado no veículo em tanques dedicados a pressões de 35 a 70 Megapascal (MPa). As instalações de reabastecimento de hidrogénio foram limitadas até ao momento. Em 2017, 330 estações de reabastecimento de hidrogénio estavam em operação em todo o mundo, a maioria no Japão. Numa média global, existem cerca de quatro estações de reabastecimento de hidrogénio por cem automóveis FCEV onde a maior penetração de veículos FCEV, ocorre no Japão e Estados Unidos. No entanto, sinais encorajadores na implementação de infraestrutura de reabastecimento e veículos surgiram em vários mercados, incluindo Califórnia, República Popular da China, Alemanha, Japão e Coreia (IEA, 2018).

A Figura 3.3 apresenta os cinco países com maior número de postos de abastecimento para veículos movidos a hidrogénio.

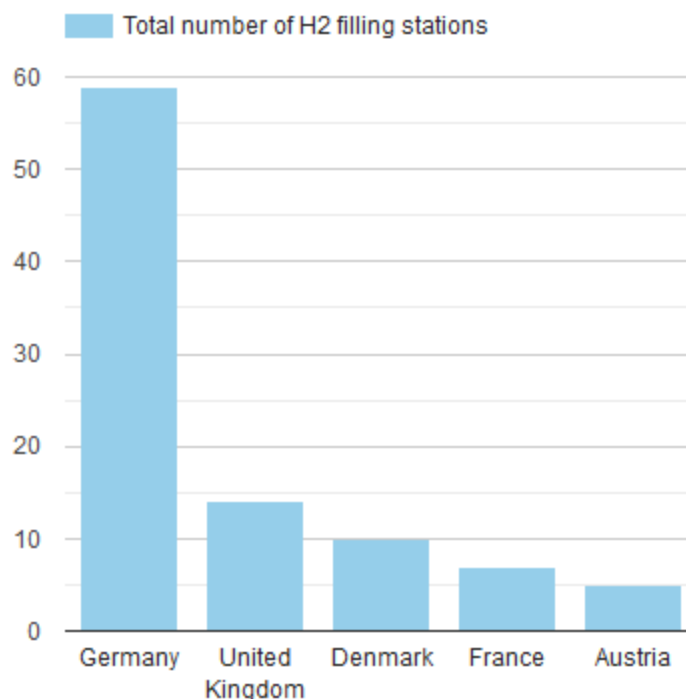


Figura 3.3 - Países da UE com o maior número de postos de abastecimento de hidrogénio (EAFO, 2019).

Na análise da figura anterior constata-se que a UE ainda não investiu significativamente na difusão e implementação de instalações de abastecimento de hidrogénio. A Alemanha é o país com o maior número de postos de abastecimento da UE, mais concretamente 59.

As alterações climáticas, o preço do combustível, o avanço dos veículos elétricos e de hidrogénio em relação aos veículos de combustível fóssil, está a causar um declínio de um segmento que foi muito forte durante décadas, especialmente no Japão. Desde 1994 até aos dias de hoje o Japão já reduziu as suas bombas de abastecimento de combustível fóssil para metade, de 60 mil postos de abastecimento para 30 mil. As razões pela qual o Japão está a sair do mercado dos combustíveis fósseis é porque os carros elétricos e a hidrogénio estão a ganhar avanço, sendo que cada vez menos japoneses escolhem não ter um carro, ou não fazer as deslocações diárias de carro, pois os transportes públicos são bastante organizados.

Como exemplo de um veículo movido a hidrogénio sugere-se o exemplo do Toyota mirai por ser o primeiro *Sedan* do mundo movido a células de combustível. A Toyota já vem a desenvolver este tipo de veículo desde 1992, mas só em 2014 é que o Toyota mirai foi apresentado ao mundo. Mirai significa futuro em japonês, daí o nome do primeiro carro movido a células de combustível. Começou a ser comercializado em 2015 e até ao momento foram vendidas 3500 unidades, estando à venda no Japão, Califórnia, Alemanha, Reino Unido, Dinamarca, Bélgica, Holanda, Suécia e Noruega. O facto de este veículo ser zero emissões é o que o torna atrativo, como também puder ser abastecido entre 3 a 5 minutos para uma autonomia de 550 km em ciclo NEDC.

Pela primeira vez na Europa, foi lançado no dia 18 de novembro de 2019 o projeto *Fuel Cell Bus*. Um projeto da Caetano Bus dedicada ao desenvolvimento e fabrico de autocarros com parceria da Toyota.

Este projeto é um passo significativo no desenvolvimento de soluções para o transporte coletivo de passageiros com Zero emissões. O autocarro denominado *H₂ City Gold* utiliza a mesma célula de hidrogénio do Toyota Mirai, tem uma autonomia de 400 km com apenas um carregamento com duração de 9 minutos. O veículo tem os tanques de hidrogénio armazenados no tejadilho, tornando-o mais espaçoso. Este veículo está equipado com sensores de fuga de hidrogénio e sensores de colisão, de forma que, em caso de acidente ou fuga o fornecimento de hidrogénio seja cortado nos tanques. Os primeiros veículos serão entregues em 2020. Este projeto teve início em 2010 e faz parte do projeto com parceria da Galp instalar dois pontos de abastecimento de hidrogénio, um em Gaia próximo da fábrica da Caetano Bus e outro em Lisboa (Toyota, 2019).

Funcionamento de um carro a hidrogénio (FCEV)

A engenharia do FCEV decorre da integração da engenharia automóvel, engenharia elétrica e engenharia de células de combustível. Como a célula de combustível é um novo tipo de dispositivo de energia que é bem diferente da gasolina e das baterias, todo o esforço deve garantir que o sistema geral da célula de combustível seja eficiente, de confiança e de longa duração a um custo razoável. Uma bateria de íões de lítio, pode ser usado em conjunto com a célula de combustível para melhorar o desempenho do arranque do veículo. O sistema de propulsão elétrica e o sistema de células de combustível necessitam de estar bem interligados de forma a obter a condução exigida com a máxima eficiência energética e emissões mínimas (Chan, 2007).

A mudança de veículos de ICE para FCEV necessita de medidas de segurança intransigentes devido à volatilidade do hidrogénio e exige que todas as bombas de combustível tenham de ser substituídas por bombas de hidrogénio, porém o hidrogénio não é pacífico de armazenar, uma vez que é extremamente explosivo (Liu *et al.*, 2018).

A Figura 3.4 apresenta os componentes de um veículo a hidrogénio.

Carro a hidrogênio

Os principais componentes do Mirai, da Toyota, que é movido a hidrogênio

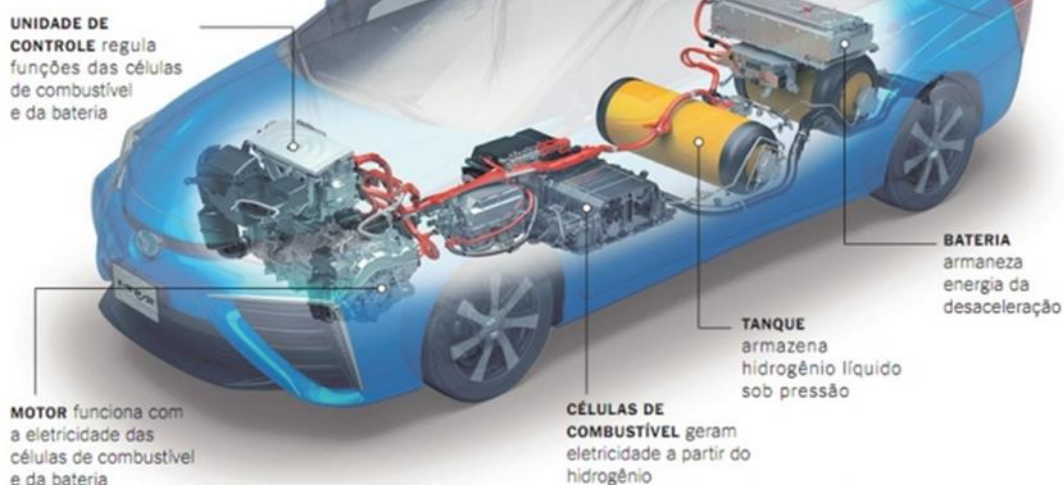


Figura 3.4 - Componentes de um carro a hidrogênio (Toyota, 2019)

Na Figura 3.4 é possível ver as componentes de um FCEV. Estes veículos podem ser considerados como veículos elétricos pois a célula de combustível a bordo produz eletricidade, que é usada para fornecer energia ao motor de propulsão ou armazenada na bateria a bordo para uso futuro. Um veículo movido a hidrogênio necessita de um tanque de armazenamento de hidrogênio, um motor elétrico e uma célula de combustível. Essa célula recebe o hidrogênio armazenado no tanque e recebe oxigênio vindo do próprio ar. Através de uma reação química essa célula transforma o hidrogênio e o oxigênio em eletricidade movendo os motores elétricos do carro, resíduo final deste tipo de veículos é vapor de água que será emitido para a atmosfera (Liu *et al.*, 2018).

3.4 Emissões de veículos elétricos

Em novembro de 2017, a Comissão Europeia propôs uma atualização dos padrões de emissão de CO₂ para os novos veículos de passageiros e veículos ligeiros de mercadorias como parte do novo pacote Mobilidade Limpa até ao ano de 2030. A meta proposta traduz-se na redução de 15% nas emissões de CO₂ por Km para veículos novos em 2025 e uma redução de 30% para 2030. A fim de prever a transição do quadro atual para o futuro, a proposta inclui também o objetivo já estabelecido da frota de 95 (gCO₂ / km) para automóveis e 147 (gCO₂ / km) para veículos ligeiros de mercadoria para 2020 / 2021. Ambas as metas se baseiam no *New European Driving Cycle* (NEDC), mas, a partir de 2021, serão medidas de acordo com o *Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure* (WLTP), introduzido em setembro de 2017 para superar algumas deficiências do NEDC. O regulamento proposto inclui um regime de atribuição de metas de emissões específicas a cada fabricante e uma sanção de 95 Euros por gCO₂ / km caso os fabricantes não cumpram com os limites de emissões específicas (IEA, 2018).

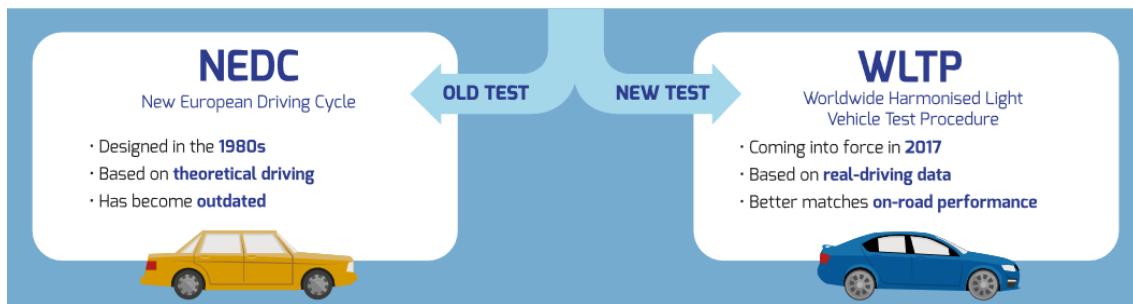


Figura 3.5 - NEDC vs WLTP (WLTP EU, 2017)

Como podemos ver na figura anterior, o antigo teste foi projetado em 1980. Pelos anos que tem e pelas evoluções tecnológicas entretanto ocorridas e pela mudança nas condições de condução tornou-se desatualizado. A UE desenvolveu assim um novo teste denominado *Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure* (WLTP).

Enquanto o antigo teste NEDC determina valores de teste com base num perfil de condução teórico, o ciclo WLTP foi criado e desenvolvido por dados reais reunidos em todo mundo, representando assim melhores perfis do dia a dia. O ciclo WLTP é dividido em quatro partes com diferentes velocidades médias:

- Baixa;
- Média;
- Alta;
- Extra alta.

Cada parte contém uma variedade de fases de condução:

- Parada;
- Aceleração;
- Fases de travagem.

Para cada tipo de carro, e configurações do veículo, os veículos são testados com o WLTP para a versão mais leve (mais económica) e mais pesada (menos económica) do carro.

O WLTP foi desenvolvido com o objetivo de ser usado globalmente, de maneira a comparar as emissões poluentes como CO₂ e os respetivos valores de consumo de combustível, podendo assim ser comparável em todo o mundo. No entanto na UE e em outras regiões, os testes serão aplicados de outras maneiras que vão depender das leis e necessidades de tráfego rodoviário.

Benefícios do WLTP:

- Comportamentos de condução mais realísticos;
- Várias situações de condução;
- Testes com distâncias maiores;
- Acelerações e desacelerações mais dinâmicas e realísticas e representativas;
- Velocidades médias e máximas mais altas;

- Maior potência média e máxima;
- Temperaturas e ambientes mais realísticos mais perto da média europeia;
- Travagens mais curtas;
- Equipamento opcional - Os valores de CO₂ e consumo de combustível são fornecidos para veículos individuais como construído;
- Condições de medição com configurações mais rígidas do carro;
- Em vez de valores médios o WLTP vai fornecer o pior e o melhor cenário de valores que serão mostrados nas informações do consumidor;

Devido a todas as melhorias que foram possíveis de alcançar, o WLTP fornecerá uma base muito mais precisa para calcular o consumo de combustível e as emissões de um carro. Isso vai garantir que as medições de laboratório reflitam melhor o desempenho do carro em estrada. O WLTP é oficialmente utilizado desde setembro de 2017 e desde setembro de 2018 o WLTP é aplicado a todos os novos carros registrados.

Na transição entre NEDC e WLTP em 2017 os carros produzidos foram acompanhados por um certificado de conformidade, que inclui valores de CO₂ baseados no teste atual do NEDC. Com base neste documento oficial, o veículo pode ser registrado em qualquer lugar na Europa. Durante o período de transição do NEDC para o WLTP, que começou em setembro de 2017, os carros aprovados antes desse período continuarão a ter valores de CO₂, conforme medido em NEDC. Se os veículos forem certificados após setembro de 2017, os documentos oficiais terão valores de emissão de CO₂ do novo teste de laboratório (WLTP), bem como do antigo. Ou seja, serão encontrados dois valores diferentes para o mesmo carro, enquanto a mudança do NEDC para o WLTP estiver em processo (ACEA, 2017a).

O WLTP não vai acabar com a discrepância entre o desempenho em laboratório e desempenho em estrada dos veículos. No entanto, fornece uma representação muito mais realista das condições que se encontram na estrada do que o antigo teste de laboratório NEDC que não inclui e avalia todas as variações possíveis de encontrar na estrada. Para além das condições da estrada, a condução individual de cada condutor terá um estilo diferente de condução, que influencia bastante as emissões que cada condutor emite por km e autonomia. Visto que o comportamento de condução, o tráfego e as condições meteorológicas continuarão a diferir de um país para outro. Ainda haverá uma diferença entre as emissões medidas em condições de laboratório e no mundo real. No entanto, como não há um valor único de emissões no mundo real, apenas os valores obtidos por testes de laboratório padronizados nos permitem comparar diretamente as emissões e o consumo de combustível de diferentes modelos de veículo, de diferentes fabricantes de automóveis (ACEA, 2017a).

Diferenças entre NEDC e WLTP:

- O teste NEDC é um teste de um único ciclo, enquanto que o teste WLTP é um teste de um ciclo dinâmico que representa uma condução mais realista;
- O tempo de ciclos no NEDC é de 20 minutos e o WLTP é de 30 minutos;
- A distância do teste NEDC é de 11 quilómetros e o de WLTP 23 quilómetros;

- O NEDC apresenta apenas 2 fases de condução 66% em urbano e 34% em não urbano, enquanto o WLTP apresenta 4 fases de condução 52% em urbano e 48% em não urbano;
- A média de velocidades em NEDC é de 34 Km/h e o WLTP é de 46,5 km/h;
- A velocidade máxima no teste NEDC é de 120 km/h e o WLTP é de 131 km/h;
- O impacto do CO₂ e consumos, não são tidos em conta no NEDC mas já são avaliados no WLTP;
- O teste NEDC não avalia as mudanças em que o carro circula enquanto o WLTP avalia as mudanças de cada veículo (NEDC to WLTP, 2019).

3.5 Baterias

A produção de baterias tem impactos ambientais negativos, pois é necessário a extração de lítio, cobalto, níquel ou manganês para a produção da mesma. É necessário que o aumento do regime de produção seja efetuado com critérios de desenvolvimento durável. A reciclagem dos componentes de baterias é de extrema importância, não apenas para a avaliação ambiental de EV mas porque os materiais raros provenientes das baterias permitem diminuir os custos de reciclagem se forem extraídos. A partir de 2006 a legislação impõe na Europa a reciclagem de 50% da massa das baterias e de íões de lítio.

Atualmente as baterias típicas em EV são baseadas na tecnologia de íões de lítio, que já sofreram um grande desenvolvimento e que permitiu o *design* de veículos que começam a corresponder ao desempenho dos veículos de ICE.

A preocupação de muitos interessados em EV é quanto tempo ou quantos quilómetros duram estas baterias. Normalmente estas baterias têm a capacidade de reter uma boa parte da sua capacidade inicial geralmente de 80%. A vida útil de uma bateria de íões de lítio para EV pode suportar 1000 ciclos de degradação. Assumindo uma capacidade de bateria de 35 kWh e um consumo médio de 0,2 kWh / km, prevê-se que este limite de vida útil não seria atingido nos primeiros 175 000 km de condução e indica que a duração da bateria é compatível com o tempo de vida esperado de um carro (IEA, 2018).

Na Figura 3.6 é possível ver os preços das baterias em relação à capacidade acumulativa das mesmas.

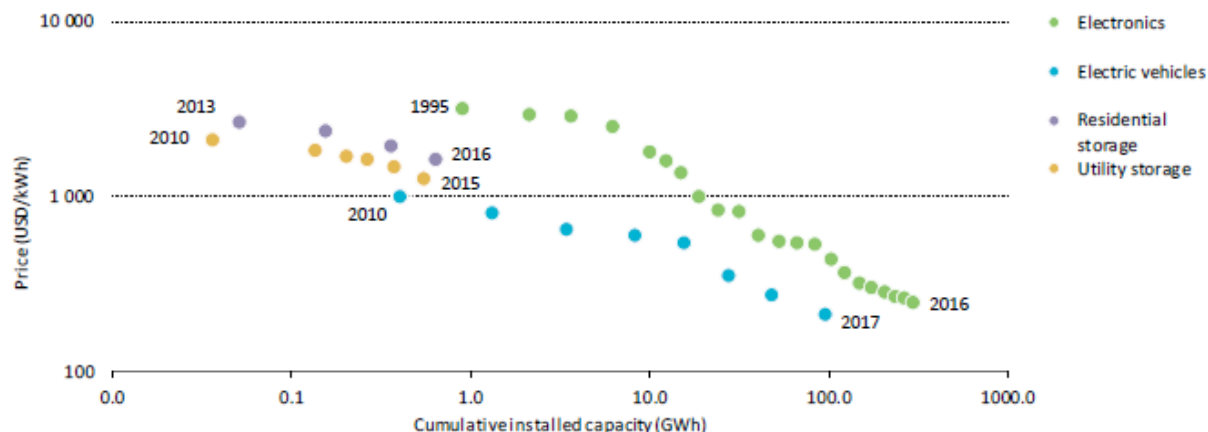


Figura 3.6 - Redução do custo das baterias (IEA, 2018)

A Figura 3.6 mostra as reduções de custo relativas à capacidade acumulativa instalada nas tecnologias de armazenamento de íons de lítio utilizadas em várias aplicações. Destaca-se que uma dessas aplicações é em veículos elétricos, que são representadas pelos pontos azuis. Isso mostra que as baterias de íons de lítio sofreram reduções de custo significativas e um aumento na capacidade de energia desde a introdução no mercado nos anos 90.

O desenvolvimento tecnológico das baterias de íons de lítio possibilitou reduções de custos e melhorias de desempenho muito significativas ao longo da última década. Esses mesmos progressos tornaram o desenvolvimento de baterias para EV cada vez mais viáveis nos últimos cinco anos.

A evolução de EV é acompanhada pelo crescimento de infraestruturas de carregamento. Em 2017, os carregadores privados em residências e locais de trabalho, foram as instalações de carregamento mais utilizadas para carros elétricos pertencentes a residências ou frotas de empresas, foram estimadas quase 3 milhões de instalações em todo o mundo. A venda de pontos de carregamento em propriedades privadas para frotas soma cerca de 366 mil unidades, quase todas na China (IEA, 2018).

A velocidade de carregamento atual permite 80% de recarga em cerca de 40 a 60 minutos caso se utilize um carregador rápido. Esta velocidade de carregamento não constitui um desafio para o projeto atual da bateria. Mas as práticas de carregamento diferem em todo o mundo, em alguns casos aumentando a velocidade máxima de carregamento para carregamento ultrarrápido. Projetar baterias para carregamento ultrarrápido é um desafio, pois aumenta a complexidade do design da bateria e encurta a sua vida útil. Essas restrições adicionais de design tendem a aumentar o custo da bateria e diminuir sua densidade de energia.

A evolução tecnológica das baterias constitui um dos principais desafios no desenvolvimento da mobilidade elétrica. O desenvolvimento da mobilidade elétrica requer alguns desafios no que diz respeito à evolução tecnológica das baterias. Existem quatro desafios principais que são (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016):

- Autonomia das baterias reduzidas devido à baixa densidade energética das baterias.
- Duração da bateria inferior à de outros componentes automóveis.

- Velocidade de carregamento ainda reduzida.
- Custo

3.6 Modos de recarga e carregadores

A mobilidade elétrica já não é um tabu mas subsistem muitas dúvidas em relação ao tempo de carregamento. A rapidez de operação de carga é um fator muito importante, neste capítulo serão abordados os carregamentos existentes dentro ou fora de casa.

Pode ser carregado a partir de casa através de uma Wallbox, e existem dois tipos de Wallbox uma com potência de 3,7 KW ou 7,4KW que difere na rapidez de carregamento do veículo. As vantagens de utilização de uma Wallbox para carregamento em casa serão descritos de seguida (EDP, 2019).

Carregamento em casa

Em casa é a forma mais fácil, eficiente e económica de carregar a bateria de um veículo elétrico, e é possível fazê-lo de três maneiras diferentes:

- Através de um sistema doméstico de produção de eletricidade com painéis fotovoltaicos;
- Numa tomada doméstica vulgar (schuko);
- Num carregador doméstico (Wallbox) que pode ter regulação de potência, e utiliza a eletricidade fornecida pelo fornecedor doméstico contratado;

Existem dois tipos de Wallbox uma com potência de 3,7 KW ou 7,4KW que difere na rapidez de carregamento do veículo. As vantagens de utilização de uma Wallbox são:

- Poupança- A gestão de cargas evita aumentar a potência instalada na casa;
- Controlo- É possível controlar os consumos de energia de casa e do carro a partir da informação disponível no site da EDP ou na app edp.
- Assistência técnica- A assistência é fornecida sem custos adicionais;
- Energia Verde- A energia que carrega o veículo é produzida através de fontes renováveis, quando se adere ao plano de energia mobilidade elétrica verde (EDP, 2019).

É possível ver as duas Wallbox existentes no mercado na Tabela 3.1

Tabela 3.1 - Duas Wallbox existentes no mercado (EDP, 2019)

Potência	3,7 kW	7,4 kW
Tempo de carregamento para 100km	4 a 5 horas	2 a 3 horas

A tabela anterior apresenta dois tipos de carregamento, existentes a partir das duas Wallbox disponíveis no mercado. As Wallbox podem ser instaladas tanto em moradias como em prédios com garagem comum e existe Wallbox com tomada e Wallbox com cabo:

Wallbox com tomada

A EDP Wallbox possui uma tomada universal que permite carregar qualquer veículo elétrico com as conexões Tipo 1 ou Tipo 2, esta opção é melhor para quem possui mais que um veículo elétrico com cabos diferentes. A wallbox com tomada é a que está a azul na Tabela 3.1.

Wallbox com cabo

Esta EDP wallbox com cabo (cor verde) oferece uma maior conveniência através de uma ligação direta do cabo ao seu veículo elétrico. O cabo da wallbox varia consoante a marca e o modelo do seu veículo. A vantagem da Wallbox é que tem mais interação com o veículo e o utilizador é possível ver o tempo final para carregamento e a quantidade de bateria que o carro tem, e carrega mais rápido que numa ficha comum Schuko.

No caso de o utilizador de um EV não adquirir uma Wallbox o carregamento é realizado da forma tradicional, numa tomada comum do tipo Schuko. Como tal é necessário escolher uma tarifa que melhor se adequa aos gastos de cada pessoa e aos horários.

Tarifas de eletricidade existentes

Na opção Simples a tarifa de eletricidade é a mesma (tarifa normal) a qualquer hora e em qualquer época do ano.

Na opção Bi-horária a tarifa de eletricidade depende do horário de consumo e divide-se em vazio e fora de vazio:

- Vazio: Horas onde o consumo de eletricidade é mais barato, nomeadamente em período noturno.
- Fora de Vazio: São horas onde o consumo de eletricidade é superior logo é mais caro.

Na opção Tri-horária existem horas de vazio, horas de cheias e horas de ponta:

- Horas de Vazio: Horas onde o consumo é mais barato, horas de período noturno.
- Horas de Cheias: Horas em que o consumo de eletricidade é cobrado a um preço intermédio.
- Horas de Ponta: São as horas onde o consumo de eletricidade é mais caro, normalmente entre as 9h e as 12h.

Tipos de Recarga

Os tipos de recarga de carros elétricos são classificados de acordo com a velocidade de carregamento. Atualmente existem cinco tipos de recarga:

- Recarga de carros elétricos ultra-rápidos – O uso deste tipo de carregamento não é muito comum e ainda está num estado experimental. As baterias podem ser carregadas em dez

minutos, mas as baterias de íons de lítio ainda não resistem à alta temperatura causada por este tipo de carregamento.

- Recarga rápida – A potência que é exigida é muito alta entre 44 a 50 kW, demora cerca de 30 minutos para carregar 80% de uma bateria de 22 a 24 kWh.
- Recarga semi-rápida – É realizada com uma potência de 22 KW e pode demorar entre uma a quatro hora de carregamento.
- Recarga lenta – É conhecida como carregamento normal, geralmente as baterias são carregadas entre seis a oito horas a 16 A com cerca de 3,6 KW de potência.
- Recarga super-lenta – A intensidade é de 10 A ou menos o carregamento pode demorar entre dez a doze horas.

A opção horária é a forma como a eletricidade é cobrada em função do horário de consumo. Existem três opções de horários disponíveis, Simples, Bi-horária, e Tri-horária, cada função corresponde a uma modalidade diferente de faturação do consumo de eletricidade.

Na opção Simples a tarifa de eletricidade é a mesma (tarifa normal) a qualquer hora e em qualquer época do ano.

Na opção Bi-horária a tarifa de eletricidade depende do horário de consumo e divide-se em vazio e fora de vazio.

- Vazio: Horas onde o consumo de eletricidade é mais barato, nomeadamente em período noturno.
- Fora de Vazio: São horas onde o consumo de eletricidade é superior logo é mais caro.

Na opção Tri-horária existem horas de vazio, horas de cheias e Horas de ponta.

- Horas de Vazio: Horas onde o consumo é mais barato, horas de período noturno.
- Horas de Cheias: Horas em que o consumo de eletricidade é cobrado a um preço intermédio.
- Horas de Ponta: São as horas onde o consumo de eletricidade é mais caro, normalmente entre as 9h e as 12h.

Carregamento fora de casa

A entidade que gere a rede pública de carregamentos é a MOBI.E e é necessário um cartão para ativação dos postos de carregamento e para tal é necessário aderir a um CEME. Mas para quem não utiliza os postos de carregamento rápido, não necessita de pedir um cartão a um dos CEME, pode utilizar um cartão da MOBI.E, no entanto, este cartão apenas permite carregamentos nos PCN, instalados em acesso público que continuam a não ser pagos. (Mobie, 2019)

Na rede pública existem 2 tipos de carregamento

- Postos de carregamento Normal (PCN) - O carregamento é efetuado com corrente alternada AC a mesma que é utilizada em casa.

- Postos de carregamento rápido (PCR) – O carregamento é realizado com corrente contínua (CC), que é mais rápida que um carregamento AC.

Os PCN podem ter potências de carregamento de 3.7 a 22 KW e têm a possibilidade de carregar em tomadas Tipo 1 e Tipo 2, mas atualmente as tomadas Tipo 1 estão a ser substituídas para tomadas Tipo 2 (Mennekes). Os carregamentos efetuados no PCN são gratuitos. Existem vários PCN em muitas cidades, na via pública em centros comerciais, nos estacionamento de grandes superfícies ou subterrâneos. Para utilização de PCN públicos apenas é necessário o cartão da MOBI.E, mas para utilização de um PCN em espaço privado ou de qualquer PCR é necessário um cartão que é emitido por um CEME (Comercializador de Eletricidade para a Mobilidade Elétrica), como por exemplo a EDP Comercial, GALP Power, PRIO.E ou a GRCAPP.

Os utilizadores de veículos elétricos podem utilizar qualquer posto de carregamento público da rede MOBI. A MOBI.E possui um total de 590 postos de carregamento público dos quais 63 postos são postos de carregamento rápido que garantem o carregamento de 80% da bateria entre 20 a 30 minutos e 527 postos de carregamento normal que poderão demorar entre 6 a 8 horas. No total existem cerca de 1250 pontos de carregamento (tomadas) (Mobie, 2019).

Os tipos de tomadas existentes na rede são as que serão apresentadas na Figura 3.7:



Figura 3.7 - Tipos de tomadas existentes (Mobie, 2019)

A tomada que foi definida como a tomada comum pela comissão europeia foi a “Mennekes Type 2” que é tipo de tomada que apresenta maior número contabilizando 569 tomadas em Portugal Continental. O tipo de tomada CHAdeMO apresenta 63 tomadas, a Combo Type 2 based 61 tomadas, IEC 309 Single phase 199 tomadas e a standard e a type 1 apresentam 0 tomadas. Estão em falta 358 tomadas que para o total de 1250 que devem estar a ser atualizadas no site da MOBI.E (Mobie, 2019).

Os PCR têm potências de 50 KW em CC, e alguns podem ter a possibilidade de carregar em modo AC até 43KW. Estes carregadores rápidos são pagos sendo necessário contratualizar com um CEME um contrato de fornecimento de eletricidade. Para a utilização dos PCR, os utilizadores irão pagar os

valores definidos no contrato que estabelecerem com o CEME, o qual tem total autonomia para definir a sua proposta (uve, 2019).

A Figura 3.8 apresenta o método de pagamento de um posto de carregamento rápido.



Figura 3.8 - Método de pagamento de um PCR (EDP, 2019)

Tal como podemos ver esquematizado na Figura 3.8, o cálculo do valor a pagar pelo utilizador de um PCR deriva de três parâmetros: a energia que consumiu durante o carregamento (€/kWh), o valor de utilização do posto de carregamento (podendo ser fixo ou variável) e a taxa e imposto.

Devido às taxas de carregamento não serem fixas causa geralmente confusão aos utilizadores como tal serão apresentadas faturas de utilização de um PCR de forma a não haver dúvidas na utilização do mesmo.

Com base nas faturas apresentadas pela Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) e pelos valores disponibilizados pelos CEME e OPC é possível apresentar dois exemplos de uma fatura, em função do PCR escolhido, do CEME contratado e das taxas e impostos a cobrar.

Em todas as faturas apresentadas foi escolhido um posto de carregamento rápido, com um veículo elétrico com um consumo médio 15 kWh/100km e foi utilizada uma tarifa bi-horária fora de vazio em duas localizações diferentes.

É possível ver duas faturas distintas de um PCR na Figura 3.9 e Figura 3.10

Tempo: 30 minutos | Consumo: 15 kWh | Tarifa: Bi-horária (Fora Vazio)

PCR - COIMBRA		
OPC	PRIO	EURO/€
	Tarifa de ativação do posto	0
	Tarifa de utilização do posto	0
CEME	eVAZ	
	Tarifa de consumo de energia	3,45 €
TAXAS		
	Taxa de acesso às redes (incluída na tarifa de consumo de energia)	
	Desconto do Estado (incluída na tarifa de consumo de energia)	
	IEC	0,02 €
	SUBTOTAL	3,47 €
	IVA (23%)	0,80 €
	TOTAL	4,26 €

Figura 3.9 - Fatura de utilização de PCR Coimbra (uve, 2019)

PCR - AVEIRAS		
OPC	GALP	EURO/€
	Tarifa de ativação do posto	0,49 €
	Tarifa de utilização do posto	2,43 €
CEME	eVAZ	
	Tarifa de consumo de energia	3,45 €
TAXAS		
	Taxa de acesso às redes (incluída na tarifa de consumo de energia)	
	Desconto do Estado (incluída na tarifa de consumo de energia)	
	IEC	0,02 €
	SUBTOTAL	6,38 €
	IVA (23%)	1,47 €
	TOTAL	7,85 €

Figura 3.10 - Fatura de utilização de PCR Aveiras (uve, 2019)

Como é possível na leitura da fatura de utilização de um PCR o preço pode variar bastante dependente da tarifa de ativação do posto, tarifa de utilização do posto e tarifa de consumo de energia. O utilizador de um EV terá que pagar num PCR, o valor de utilização do posto de carregamento rápido, que pode ser fixo ou variável, mais a energia que consumiu, valor por €/kWh, mais a taxa de acesso às redes, aos valores anteriores acresce o IVA à taxa legal em vigor.

De forma a perceber o tipo de postos de carregamento mais comuns serão apresentadas a Figura 3.11 e Figura 3.12 de forma a comparar o número de PCR e PCN dentro da UE.

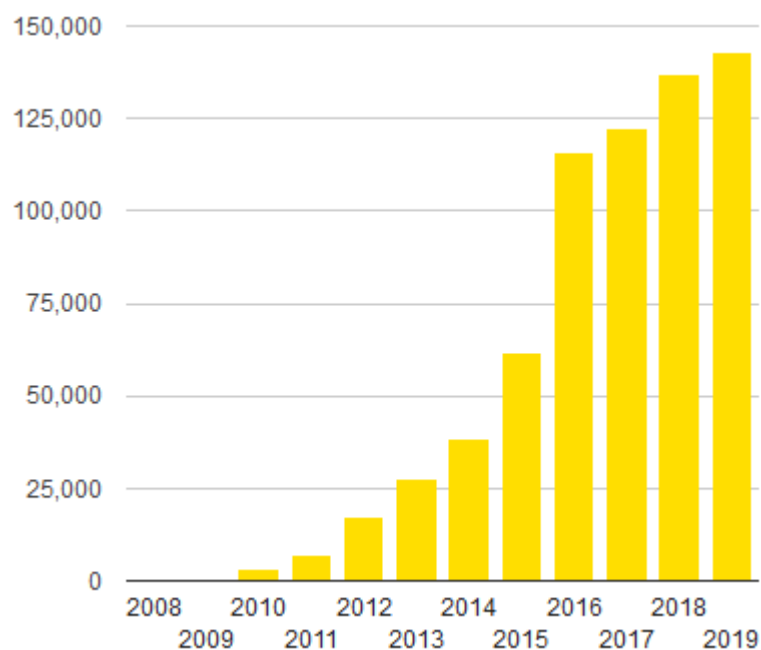


Figura 3.11 - Carregadores normais públicos na UE <22KW (*European Alternative Fuels Observatory*, 2019)

Na análise da Figura 3.11 registaram-se 142 904 postos de carregamento público normais dentro da UE em 2019. Este valor mostra que dentro da UE o carregamento normal está em constante crescimento, e a partir de 2014 houve um grande investimento na instalação de PCN pela UE.

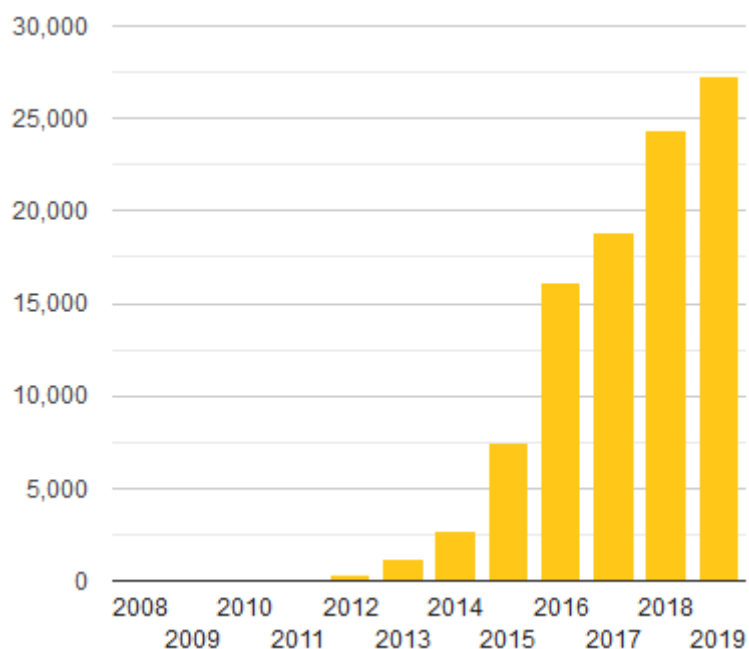


Figura 3.12 - Carregadores rápidos públicos na UE >22KW (*European Alternative Fuels Observatory*, 2019)

Os carregadores denominados rápidos apresentam um número bastante inferior aos carregadores normais dentro da UE, até ao momento foram contabilizados 27 245 carregadores superiores a 22 kW

e 142 904 carregadores inferiores a 22 kW, constata-se assim uma maior aposta no PCN dentro da UE como é possível confirmar na Figura 3.12.

Ainda dentro do contexto da UE será apresentada a Figura 3.13 que apresenta os cinco países com maior número de postos de carregamento público.

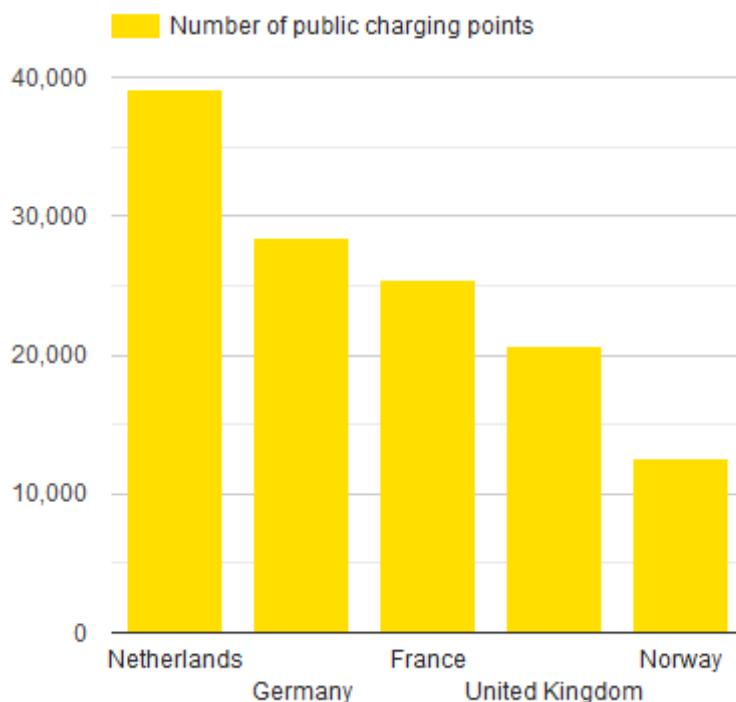


Figura 3.13 - Cinco países com maior número de postos de carregamento em 2019 (European Alternative Fuels Observatory, 2019)

Em 2019, a Holanda apresenta 39200 postos de carregamento público para EV mais do dobro que a Noruega que está como o quinto país com maior número de postos de carregamento público, apresentando 12622.

3.7 Política de Incentivo à aquisição de um carro elétrico

Embora os preços de compra para a maioria dos modelos de veículos elétricos permaneçam mais altos do que os carros a diesel e a gasolina, o custo total de propriedade é menor, levando em conta o custo para abastecer e manter o carro.

O rápido declínio nos preços das baterias e na tecnologia continua, com expectativas de os preços de venda caírem ainda mais. O preço das baterias de íons de lítio está em declínio rápido e espera-se que desça mais um terço até 2025, tornando os EV competitivos no preço de compra até esse ano (*Transport&Environment*, 2019).

A falta de investimento na Europa no fabrico de veículos elétricos é uma das principais razões para os preços serem mais altos. Na Europa, o fabrico de poucos volumes e pouca concorrência fizeram com que os fabricantes de automóveis mantivessem os preços altos. Isto faz com que a maioria dos modelos não esteja disponível para venda ou demora um longo prazo para chegar o veículo. Apenas 1,5% dos

gastos com publicidade foram com modelos de emissões zero e 1,4% em modelos híbridos nos maiores mercados de automóveis da UE, na Alemanha, Espanha França, Itália e UK. Os fabricantes optaram por vender um pequeno número de modelos a preços altos na Europa, em vez de investir na manufatura para criar um mercado em massa na UE como é o caso da China (*Transport&Environment*, 2018).

O Programa Nacional de Subsídios para Veículos Elétricos concede subsídios para a compra de carros elétricos. O nível de subsídio atribuído depende de três características:

- O alcance do veículo em quilómetros (km);
- Eficiência energética em quilowatt-hora por 100 km (kWh / 100 km);
- Densidade de energia da bateria em Watts-hora por quilograma (Wh / kg).

Em fevereiro de 2018, o programa foi alterado e diminui o nível de subsídio para PHEV e BEV de baixa amplitude (<300 km), e aumentou os níveis para os BEV de longo alcance (> 300 km). Isso significa que os modelos EV que estão sujeitos ao maior incremento de custo em relação às tecnologias ICE recebem maiores subsídios. O subsídio final recebido depende da densidade de energia e eficiência da bateria do carro, com mais créditos para tecnologias de bateria com maiores densidades de energia e veículos com maior eficiência (IEA, 2018).

Portugal:

De forma a estimular a população a adquirir veículos elétricos Portugal necessitou de implementar e definir estratégias. No que diz respeito ao campo fiscal uma pessoa que adquiere este tipo de veículo está isenta de pagamento do Imposto Único de Circulação (IUC) e na compra do mesmo, o preço final não inclui o Imposto sobre veículos. Em 2019, manteve-se a medida de incentivo à compra de veículos movidos 100% a eletricidade, que para além das isenções definidas anteriormente consiste em:

- O incentivo para particulares passa a ser de 3.000 € mantendo-se os 2.250 € para entidades coletivas;
- O limite de unidades para a candidatura ao incentivo por parte de entidades coletivas passa a estar restrito a 4 veículos elétricos;
- Além de um incentivo para a aquisição de veículos ligeiros elétricos, motociclos elétricos (20% do valor de aquisição, com um teto máximo de 400 €), passa a existir também um incentivo para a aquisição de bicicletas elétricas, no valor de 250€ (limitado a 1.000 unidades e com fatura que especifique que é uma bicicleta de cidade);
- O valor máximo de compra do veículo elétrico suscetível de obtenção do incentivo passa a estar limitado a 62.500 € (custo total); Veículos Híbridos Plug In até 50.000 € e no caso de o veículo ser do tipo GPL ou GNL até 37.500 €;
- O valor total do apoio em 2019 passa a ser de 3 milhões de Euros (mais 350.000 € que em 2018), deste valor 250.000 € serão para bicicletas elétricas, 100.000 € para motos elétricas e 2.650.000 € para carros elétricos. Não sendo usada a totalidade da verba para bicicletas e motos, esta passará para os carros (Maria, 2019).

Para além destes incentivos ainda existe o Imposto Sobre Veículos (ISV) e Imposto Único de Circulação (IUC). O ISV é o imposto de matriculação que é pago apenas uma vez que está incluído na compra no preço de compra do carro ou quando o veículo é matriculado pela primeira vez em Portugal, este imposto é calculado com base na cilindrada e emissões do veículo.

O IUC é o imposto anual que incide sobre a propriedade do veículo, o pagamento é sempre feito no mês da matrícula. Existem duas formas de cálculo do imposto uma para veículos matriculados até 2007 com base no combustível, cilindrada e ano de matrícula por escalão. O cálculo para os veículos a partir de 1 de julho de 2007 serão realizados com base no combustível, ano de matrícula, cilindrada e emissões de CO₂.

Os veículos 100% elétricos estão isentos de pagamento do ISV na compra do veículo e de IUC anual. Na Figura 3.14 é possível ver os descontos sobre o ISV em diferentes tipos de veículos, os ICE não têm nenhum desconto.

Descontos Ligeiros passageiros		
Tipo	Percentagem de ISV a pagar	Condições
Híbridos	60%	Motores híbridos gasolina ou gasóleo e solar ou electricidade
Híbridos plug-in	25%	Motores híbridos gasolina ou gasóleo e electricidade Bateria com carregamento tomada eléctrica Autonomia mínima 25km modo eléctrico
GPL ou GN	40%	Bifuel excluídos
7 lugares	50% NEDC 40% WLTP	Peso bruto >2.500kg Mínimo 7 lugares 4x4 excluídos
Anteriores a 1970	95% de 20% da tabela B (comerciais)	-

Figura 3.14 - Descontos sobre o ISV (Imposto sobre veículos, 2019)

Verifica-se através da Figura 3.14 que os veículos elétricos pagam uma percentagem menor do ISV.

Europa:

A grande maioria dos países europeus tem vindo a contemplar nos seus Orçamentos de Estado medidas que visam a promoção e o incentivo à compra de carros elétricos, tanto para pessoas individuais como coletivas. A maior parte dos apoios passam pela isenção de impostos, comparticipação com um valor definido na compra do carro ou ambos. Como exemplo temos a

Alemanha e Itália que estão isentos do pagamento do imposto único de circulação por 10 e 5 anos respetivamente. Em França quem trocasse um veículo a gasóleo com mais de 11 anos por um elétrico recebia apoio de 4000€.

Tabela 3.2 - Incentivos para aquisição de veículos elétricos

País	Incentivos
Áustria	– Incentivo (até final de 2020): – 3.000 € para novos BEV e FCEV; –1.500 € para PHEV e EREV
Alemanha	Bónus ambiental: – 4.000€ para BEV e FCEV – 3.000€ para PHEV e EREV –Isenção de pagamento de imposto de circulação durante 10 anos
Bélgica	– Os VE pagam a taxa mais baixa de imposto de circulação; –Nalgumas regiões, as empresas que possuírem VE beneficiam de incentivos financeiros.
Bulgária	–
Croácia	–
Dinamarca	–
Espanha	– Esquema de incentivos para BEV, FCEV, PHEV, EREV: Até 5500 € para viaturas (viaturas até 40000€) 6,000 € para carrinhas 15,000 € para veículos pesados
República Checa	–
Finlândia	-Incentivo de compra de 2000 € concedido para novos VEBs, desde que o valor não exceda 50.000 €.
França	–Apoio no valor 4000€ por cada veículo novo adquirido.
Grécia	–
Hungria	–
Itália	–Isenção de pagamento de imposto de circulação durante 5 anos.
Portugal	–Isenção de IUC para 100% elétricos; –Isenção de ISV para 100% elétricos; –Apoio no valor 3000€ para particulares e 2250€ para coletivos por cada veículo novo adquirido. Até 4 veículos no total.
Suíça	–Incentivo: 60000€ para BEV 10.000 para PHEV emitindo menos de 60g CO ₂ / km

Fonte:(ACEA, 2019a)

Apesar destes incentivos estarem em crescimento na Europa, como se verifica na Tabela 3.2, há ainda países como a Bulgária, Croácia, Grécia, Hungria, entre outros, que não têm qualquer estrutura de apoio à implementação da mobilidade elétrica. (ACEA, 2019a)

3.8 Estado atual e possibilidades

As vendas globais de veículos elétricos em 2018 foi um recorde, no total venderam-se 1,98 milhões de veículos. As vendas aumentaram 68% em 2018, mais do dobro do crescimento médio de vendas necessário para atingir o nível de cenário desejável de desenvolvimento sustentável até 2030. A China era o maior mercado do mundo (pouco mais de 1 milhão de carros elétricos vendidos em 2018), seguido pela Europa (385 000) e Estados Unidos (361 000). As três regiões representaram mais de 90% de todas as vendas em 2018.

Na Figura 3.15 é possível ver o número de veículos PHEV e BEV presentes no mundo.

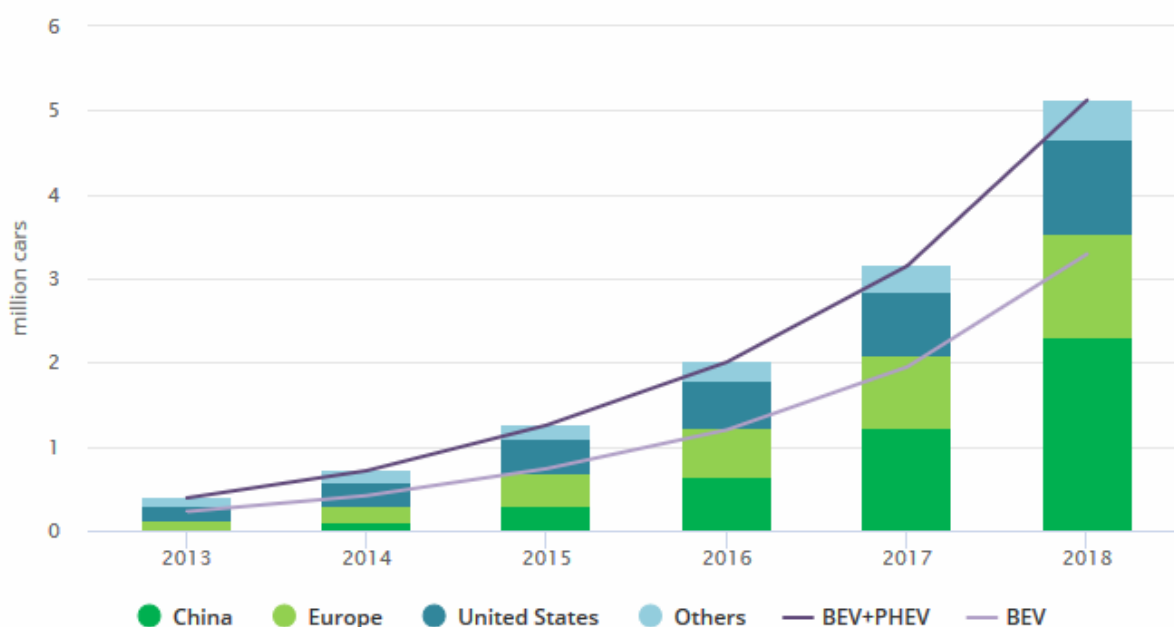


Figura 3.15 –Veículos BEV e PHEV no mundo (IEA, 2019)

Na análise da Figura 3.15 é possível concluir que, atualmente, a venda de veículos elétricos, apresenta um rápido crescimento na última década como é possível ver na Figura 3.15. Na análise ao gráfico constata-se que a nível mundial encontravam-se em circulação 400 mil veículos BEV e PHEV em 2013, no entanto verificou-se um crescimento significativo ao longo do tempo apresentando em 2017 3,1 milhões de veículos e em 2018, 5,1 milhões de veículos BEV e PHEV. O mercado de EV apresenta assim, um crescimento exponencial.

A Figura 3.16 apresenta as costas de mercado do ano de 2018 dos países que entraram na “Iniciativa para Veículos Elétricos” (EVI).

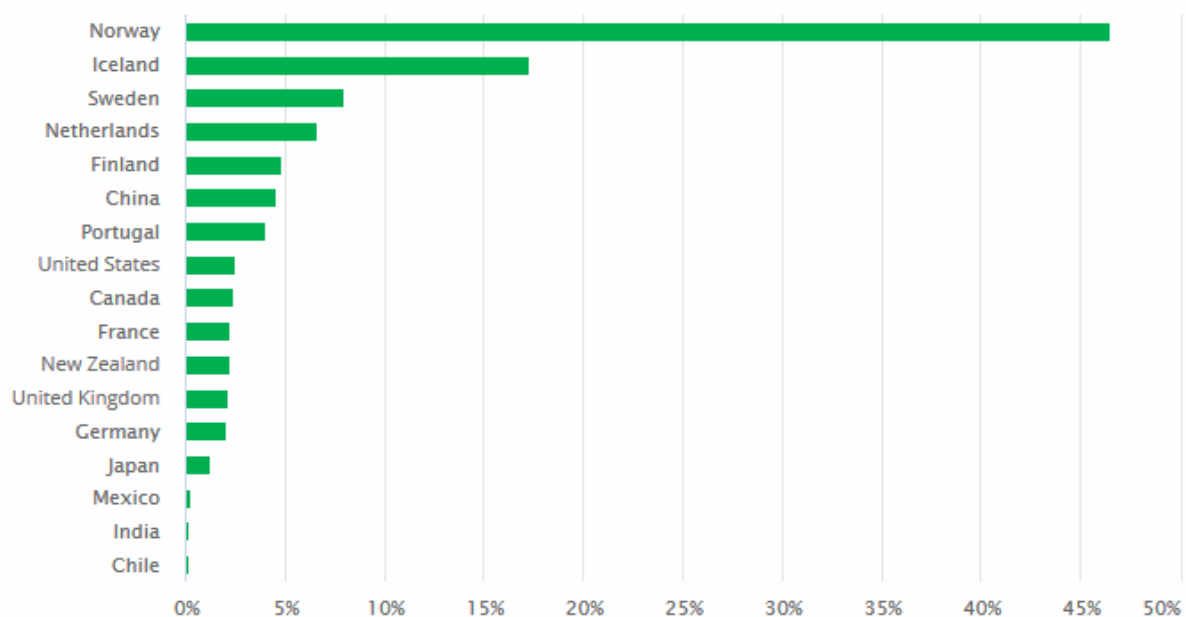


Figura 3.16 – Cotas de mercado de 2018 de EV nos países da (EVI)

A Noruega continua a ter a maior participação de mercado nas vendas 46,4% em 2018, seguida pela Islândia 17,2% e Portugal com 3,9%. Verifica-se que a região nórdica da Europa lidera a adoção de carros elétricos.

A Figura 3.17 apresenta as vendas de mercado nacional de EV em 2018 dos países pertencentes à UE.

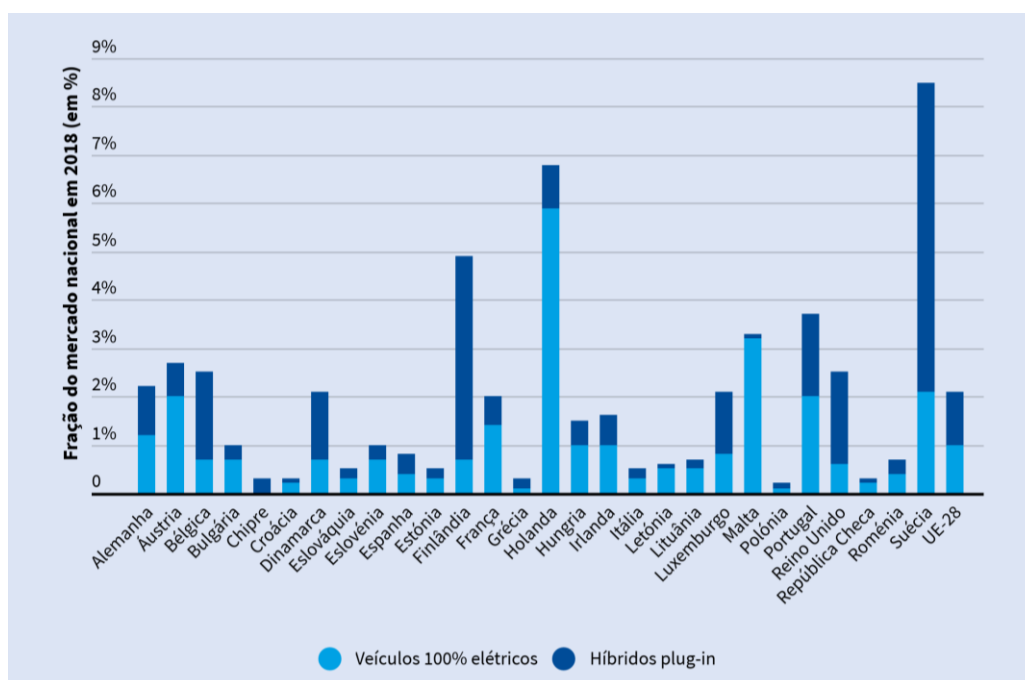


Figura 3.17 - Vendas de veículos BEV e PHEV UE 28 (IEA, 2018)

Dos 28 países pertencentes à UE a Suécia apresenta a maior frota de veículos BEV e PHEV com 8,4% do mercado das vendas como é possível ver na Figura 3.17. Em segundo lugar a Holanda com 6,8% seguida pela Finlândia e em quarto lugar das vendas de elétricos ficou Portugal com aproximadamente 4%. A Noruega é o país com mais vendas como é possível ver na Figura 3.16 mas, como aderiu há pouco tempo ao regulamento europeu sobre de emissões de CO₂ as vendas de veículos elétricos apenas contarão para as metas da UE em 2020/2021 (*Transport&environment*, 2019).

O aumento das vendas de veículos elétricos é imprescindível para o cumprimento das metas de redução de emissões de CO₂, e também um fator preponderante para o preço dos veículos elétricos baixar e ficar mais acessível. Observando o investimento que os fabricantes têm realizado, as reduções de custos de operação e a redução de emissões, é quase incontestável que a ME se tornará uma realidade ao longo da próxima década, mas sem que se preveja um fenómeno de massificação (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016).

Devido a muitos fatores, mas principalmente aos custos de operação dos EV e às reduzidas emissões, a expansão da ME é notável e com tendência a aumentar. A mobilidade elétrica deve ser vista como uma aposta nacional e uma oportunidade para minimizar e resolver as preocupações ambientais atuais (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016).

4 Metodologia e Resultados

Tem-se como objetivo analisar os custos de aquisição, operação e respetivos incentivos associados à mobilidade elétrica, de forma a comparar os custos atuais da frota de veículos ICE com os possíveis custos caso haja mudança da frota para BEV. Foram analisados os custos de combustível de 67 062 mil abastecimentos, respetivos a 1264 veículos pertencentes à frota da Schindler Ibérica no ano 2018. Por cada abastecimento são registados os quilómetros do respetivo veículo e a quantidade de litros de combustível abastecidos. Com estes dois elementos é possível perceber se os quilómetros efetuados coincidem com o número de litros abastecidos. Assim sendo, é possível analisar se o registo dos quilómetros por parte dos colaboradores foi bem registado. Todos os veículos que apresentavam erros significativos no registo de quilómetros foram eliminados. A eliminação destes veículos, permite assim, que o cálculo de quilómetros percorridos num ano, apresente o menor erro possível.

Com o intuito de conhecer os veículos BEV e PHEV que se encontram disponíveis no mercado de veículos elétricos entrou-se em contacto com a Associação Do Comércio Automóvel De Portugal (ACAP). Como se tem assistido, o mercado dos automóveis elétricos está em constante crescimento, ou seja, a informação que foi recebida por parte da ACAP não se encontra totalmente completa. Como tal, foi necessária uma pesquisa aprofundada no site de cada marca, de forma a conhecer os modelos BEV existentes no mercado.

Para cada modelo elétrico foi adicionado as respetivas informações: Preço de aquisição da viatura, quer em Espanha, quer em Portugal; autonomia; Consumo em kWh/100 Km no novo modelo WLTP. Para os modelos PHEV teve-se em conta os mesmos fatores, mais o consumo combinado do veículo, de forma a calcular o consumo combinado do veículo.

Depois desta análise foram apresentados valores à Schindler. A mesma, pôs de lado a introdução de veículos PHEV na frota devido, ao seu alto custo de aquisição e à reduzida autonomia em modo elétrico. Após este tratamento de dados, o estudo focou-se então nos BEV.

Uma estrutura de otimização de substituição de veículos de frota requer três tipos de elementos essenciais: fatores económicos, características dos veículos e configuração inicial da frota. (Ansariipoor, *et al.*, 2016) O tamanho do veículo e a classe, são características importantes para a empresa, uma vez que a escolha do veículo é definida pela especialização e o cargo de cada trabalhador, todos estes aspetos foram tidos em conta e validados pela Schindler.

A cada veículo da frota foram assumidos apenas 239 dias de utilização, ou seja, não foram contabilizados os fins de semana nem os dias de férias. Não foram contabilizados 126 dias (52 sábados, mais 52 domingos, mais 22 dias de férias), dado que os veículos são exclusivamente para trabalho. Crê-se que os resultados apresentam o menor erro possível e foram analisados de uma forma robusta com o intuito de representar a veracidade dos quilómetros efetuados por dia.

Foi tido em conta a média dos quilómetros que cada viatura fez por dia no ano de 2018, de forma a perceber qual o veículo elétrico mais adequado, tendo em conta a autonomia. De modo a manter a

política da empresa, ao trocar de ICE para BEV é necessário manter a categoria do veículo similar, não sendo assim de uma gama mais baixa que o veículo de combustão interna.

A implementação de postos de carregamento na Schindler foi tida em conta, mas, devido à inexistência de espaço exterior privado nas várias delegações em Portugal e Espanha e após reunião para decidir qual a melhor forma para o carregamento de EV, a empresa preferiu dar um incentivo a quem quisesse trocar para um BEV. O incentivo apenas foi decidido no fim dos cálculos, posteriormente a uma reunião de forma a definir o valor, logo não entra nas tabelas que apresentam os cálculos finais. O incentivo tem o intuito de atrair colaboradores à utilização de um BEV, de forma a que os colaboradores carreguem os veículos de trabalho em casa. Ou seja, a Schindler cobre os custos de carregamento do veículo em casa do colaborador mais o incentivo anual.

4.1 Apresentação da Empresa

A Empresa usada para base do estudo foi a Schindler, Ascensores e Escadas Rolantes S.A. Os veículos de empresas representam uma grande porção dos veículos a circular nas estradas pelo mundo. Atualmente as empresas optam por meios mais sustentáveis seja no setor dos transportes, eletricidade ou adoção de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) de forma a identificar, priorizar e gerir os riscos ambientais de uma dada empresa. Sendo o setor dos transportes um fator com grande peso em relação às emissões libertadas por empresas, algumas já aderiram a uma mobilidade suave e sustentável.

A Schindler é um dos líderes mundiais no sector dos elevadores, escadas e tapetes rolantes bem como outros serviços relacionados com o transporte vertical, foi fundada em 1874 na Suíça e tem como principal atividade a instalação, reparação e modernização de elevadores, monta-cargas, escadas e tapetes rolantes bem como a prestação de serviços de manutenção, reparação e modernização destes equipamentos.

A empresa está presente em mais de 100 países, contando com cerca de 57.000 colaboradores. Em Portugal, foi constituída no ano de 1948 e está presente em Miraflores, Açores, Algarve, Braga, Coimbra, Madeira e Maia e conta atualmente com uma equipa de cerca de 450 colaboradores. Ainda no que diz respeito a Portugal, a Schindler marca presença nos principais acontecimentos da vida empresarial do país, tendo colaborado em importantes instalações em obras ou edifícios de referência no território nacional. Desde centros comerciais, transportes públicos, hospitais, hotéis, aeroportos, entre outros.

A Schindler defende um desenvolvimento sustentável com segurança, adquirindo importantes soluções ecológicas de mobilidade, movimentando por dia mil milhões de pessoas em todo o mundo.

De seguida é apresentada a Tabela 4.1 que apresenta os cargos existentes na Schindler e as respetivas viaturas relativas a cada função em Espanha e Portugal.

Tabela 4.1 - Cargos e respectivos veículos

ESP	971	POR	293
Administrativo	1	Administrativo	1
Renault Talismán	1	Renault Clio Sport Tourer	1
Chefe de Agência	15	Chefe de Agência	5
Renault Laguna	5	Renault Megane 1.5	5
Renault Talismán	10	Chefe de Departamento Central	17
Chefe de Departamento Central	16	Renault Megane 1.5	15
Renault Laguna	7	Volkswagen Passat	2
Renault Talismán	9	Director 2º Nivel	4
Comité Direção	6	Audi A5 sportback	1
Audi A6 Limousine	2	Audi A6 Limousine	1
Audi Q5	1	BMW X3 xdrive 20d	2
BMW Serie 518d	2	Fitter	13
BMW X3 xdrive 20d	1	Citroen Berlingo	1
Director 2º Nivel	19	Citroen Nemo	4
Audi A4 Limousine	9	Renault Clio Sport Tourer	2
BMW Serie 320d	10	Renault Kangoo express 1.5	2
Fitter	48	Renault Traffic	4
Fiat Dobló	1	Safety and Health	3
Fiat Fiorino	2	Renault Clio Sport Tourer	3
Renault Kangoo express 1.5	41	Service Leader	40
Renault Master	1	Renault Clio Sport Tourer	40
Renault Twingo Societé 1.5	3	Service Technician	173
Safety and Health	6	Citroen Berlingo	13
Renault Clio Sport Tourer	6	Citroen Nemo	92
Service Leader	132	Renault Clio Sport Tourer	1
Renault Megane 1.5	132	Renault Kangoo express 1.5	57
Service Technician	674	Renault Traffic	10
Fiat Dobló	24	Service Technician Specialist	19
Fiat Fiorino	164	Renault Clio Sport Tourer	19
Fiat Panda Van	32	Supervisor	9
Renault Kangoo express 1.5	348	Renault Clio Sport Tourer	9
Renault Megane 1.5	3	Técnico Comercial	8
Renault Traffic	2	Renault Clio Sport Tourer	8
Renault Twingo Societé 1.5	95	Transporte de materiais	1
Toyota Aygo	6	Renault Traffic	1
Service Technician Specialist	3		
Renault Clio Sport Tourer	3		
Supervisor	31		
Renault Clio Sport Tourer	31		
Técnico Comercial	20		
Renault Clio Sport Tourer	20		

4.2 Preço atual dos veículos no mercado de Espanha e Portugal

Para este estudo foram analisados todos os veículos pertencentes à frota da Schindler ibérica, na qual foram contabilizados 1264 veículos, dos quais 971 pertencentes a Espanha e 293 a Portugal. Todos os BEV presentes na tabela 5.1 são apresentados com o preço base de mercado com IVA, apesar dos cálculos terem sido realizados pelo preço de aquisição dos veículos sem IVA. O único veículo a não ser apreciado com preço base foi o Renault Megane. Todos os veículos na frota correspondem ao modelo base de cada viatura, mas no caso do Renault Megane o modelo base não corresponde ao utilizado na frota, mas sim um modelo acima. Ou seja, em vez do Renault Megane Zen foi escolhido o Renault Megane Limited, uma versão com mais extras.

Na Tabela 4.2 é possível ver os BEV que foram estudados e que se encontram disponíveis no mercado Ibérico.

Tabela 4.2 - Veículos BEV no mercado

Marca/ Modelo BEV	Preço Espanha C/IVA (€)	Preço Portugal C/IVA (€)	Autonomia (Km)	Consumo WLTP (kWh/100Km)	Emissões indiretas CO ₂ (g/km)
Audi E-TRON	82 495	84 576	400	24,5	65,8
BMW I SÉRIE i3	39 900	42 100	255	15,8	42,5
CITROEN C-ZERO	21 877	30 647	150	16,9	45,4
HYUNDAI IONIQ	30 975	39 500	250	15,0	40,3
HYUNDAI KAUAI	37 300	45 561	449	15,4	41,4
KIA Niro 64 kwh	35 785	50 000	455	15,9	42,7
KIA SOUL	37 125	30 890	177	14	37,6
NISSAN e-NV200 Evalia 5lugares	38 100	42 460	200	19	51,1
NISSAN e-NV200 Evalia 7 lugares	38 682	43 075	200	19	51,1
NISSAN e-NV200 comercial	27 800	28 386	200	19	51,1
NISSAN LEAF	26 645	34 900	270	14,1	37,9
NISSAN LEAF e+	33 085	45 500	385	15,6	41,9
PEUGEOT ION	21 852	30 390	150	12,5	33,6
e2008	29 850	35 000	310	16,2	43,5
RENAULT KANGOO Z.E. 33 2L	23 543	27 896	170	15,2	40,9
RENAULT KANGOO Z.E. maxi 5L	24 579	37 976	150	15,2	40,9
RENAULT KANGOO Master Z.E.	74 827	74 827	120	15,2	40,9
RENAULT ZOE	28 686	33 210	390	13,3	35,7
SMART FORTWO EQ	23 585	22 600	160	10,4	28,0
SMART FORFOUR EQ	24 295	23 500	160	10,4	28,0
Mercedes EQC	77 425	78 450	417	22,7	61,0
TESLA Model 3	47 990	48 900	600	15,3	41,1
TESLA Model 3 Long Range	58 700	59 600	530	16,4	44,1
TESLA Model Y	58 000	59 000	540	16,8	45,2
TESLA MODEL S	87 800	89 800	590	16,1	43,3
TESLA MODEL X	93 600	95 400	375	19,6	52,7
Volkswagen E GOLF	39 460	42 901	230	13,9	37,4
Volkswagen E UP	-	25 000	133	12	32,3

Na Tabela 4.2 é possível verificar a respetiva autonomia, o consumo energético e as respetivas emissões. Todos os dados foram retirados no site da marca de cada veículo, tanto para veículos a combustão como veículos elétricos. Em alguns casos de BEV os valores também foram retirados do site “Watts On”, exceto as emissões que, no caso dos BEV foram calculadas. O Volkswagen E Up apenas está à venda no mercado Português, por isso não apresenta valores.

Da Tabela 4.2 foram escolhidos seis veículos elétricos para integrar a frota BEV da Schindler, dos quais se destacam: Tesla Model ; Mercedes EQC; Nissan e-NV200; Nissan Leaf; BMW i3; e Renault Zoe.

De seguida serão apresentados os ICE presentes na frota de Espanha e Portugal e os respetivos preços base bem como, consumo e emissões fornecidos pela marca como é possível ver na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Veículos ICE presentes na frota de Portugal e Espanha

Marca/Modelo ICE	Preço Portugal C/IVA (€)	Preço Espanha C/IVA (€)	Consumos WLTP (L/100km)	Emissões CO ₂ WLTP (g/km)
Audi A4 Limousine	47 232	41 055	5,5	150
Audi A5 sportback	51 255	-	5,5	158
Audi A6 Limousine	60 128	51 160	5,6	173
Audi Q5	67 301	49 140	7,2	200
BMW Serie 320d	51 400	46 321	5,3	140
BMW Serie 518d	59 800	60 414	6,0	194
BMW X3 xdrive 20d	63 000	55 967	4,9	149
Citroen Berlingo	20 600	-	5,7	149
Citroen Nemo	20 920	-	5,7	119
Fiat Dobló	18 600	15 100	5,9	160
Fiat Fiorino	18 573	14 100	5,5	124
Fiat Panda Van	16 000	13 800	5,5	107
Renault Clio 1.5 - 5 puertas	20 237	-	4,9	133
Renault Clio Sport Tourer	22 100	14 927	4,9	133
Renault Kangoo express 1.5	18 634	14 970	4,5	119
Renault Master	23 790	-	9,0	189
Renault Laguna	31 675	22 789	4,9	124
Renault Megane 1.5	26 150	20 660	4,5	119
Renault Talismán	37 200	24 917	5,2	137
Renault Traffic	23 790	14 151	7,2	189
Renault Twingo Societé 1.5	15 760	13 130	4,3	103
Toyota Aygo	14 000	14 950	4,3	103
Volkswagen Passat	39 497	-	5,1	135

Após análise da Tabela 4.3 é possível constatar que o preço na generalidade dos veículos é inferior em Espanha do que em Portugal. O mercado de ICE apresenta uma diferença de preços bastante acentuada entre os dois países, o que não se verifica no mercado de BEV, pois, apesar dos preços em Espanha continuarem mais baixos que em Portugal, a diferença entre eles no mercado de automóveis elétricos é significativamente menor. Na Tabela 4.3 os veículos em Espanha que não apresentam valores deve-se ao facto de não existir esses modelos na frota.

Tabela 4.4 - Comparação do custo de aquisição em Espanha entre ICE e o respetivo BEV em caso de mudança.

Marca/ Modelo Espanha			Custo Aquisição S/IVA com incentivo (€)	
ICE	BEV	Qt	ICE	BEV
Audi A4 Limousine	TESLA Model 3	9	305 368	341 209
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	2	84 562	122 332
Audi Q5	Mercedes EQC	1	40 612	61 166
BMW Serie 320d	TESLA Model 3	10	382 818	379 121
BMW Serie 518d	TESLA Model 3	2	99 858	75 824
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	1	46 254	37 912
Fiat Dobló	NISSAN e-NV200 comercial	25	311 983	411 550
Fiat Fiorino	NISSAN e-NV200 comercial	166	1 920 661	2 732 692
Fiat Panda Van	NISSAN e-NV200 comercial	32	364 959	526 784
Renault Clio Sport Tourer	NISSAN LEAF	60	740 182	932 973
Renault Kangoo express 1.5	NISSAN e-NV200 comercial	389	4 812 669	6 403 718
Renault Laguna	BMW I SÉRIE i3	12	226 002	312 252
Renault Master	RENAULT KANGOO Master Z.E.	1	13 080	59 113
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	135	2 305 041	2 099 189
Renault Talismán	BMW I SÉRIE i3	20	411 851	520 420
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	2	23 390	32 924
Renault Twingo Societé 1.5	RENAULT ZOE	98	1 063 421	1 681 870
Toyota Aygo	RENAULT ZOE	6	74 132	102 972
Total	Total	971	13 226 844	16 834 021

Tabela 4.5 - Comparação do custo de aquisição em Portugal entre ICE e o respetivo BEV em caso de mudança.

Marca/ Modelo Portugal			Custo Aquisição S/IVA com incentivo (€)	
ICE	BEV	Qt	ICE	BEV
Audi A5 sportback	Mercedes EQC	1	41 671	60 407
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	1	48 885	60 407
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	102 440	75 306
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	234 472	306 001
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	1 632 768	2 098 293
Renault Clio Sport Tourer	NISSAN LEAF	83	1 491 261	2 230 459
Renault Kangoo express 1.5	NISSAN e-NV200 comercial	59	893 850	1 289 576
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	425 200	537 460
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	290 115	327 858
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	64 222	75 306
Total	Total	293	5 224 884	7 052 072

A Tabela 4.4 e Tabela 4.5 apresentam a totalidade de veículos ICE presentes em Espanha e em Portugal, e os respetivos veículos BEV caso haja mudança. Em caso de renovação total de frota em Espanha, a diferença de preços entre ICE e BEV é de cerca de 3,6 milhões de Euros para a mudança de 971 veículos. Todos os BEV em Espanha até 40 000 Euros usufruem de incentivo de 5 500 Euros, logo na frota os veículos que não recebem incentivo, são o Tesla Model 3, o Mercedes EQC e Renault Master. Já em Portugal a diferença de custo de aquisição entre ICE e BEV é de aproximadamente 1,8

milhões de Euros para mudança de 293 veículos. Pode-se concluir que, o custo de aquisição BEV é significativamente mais caro que os ICE em ambos os países.

O incentivo em Portugal está limitado a quatro veículos para coletivos, logo ao valor final de custo de aquisição de BEV são subtraídos 9 000 Euros (2 250 Euros no total de quatro veículos). Em Espanha apesar do incentivo de 5 500 Euros para cada veículo, a diferença de custos de aquisição é muito superior, visto que, em Portugal, a frota apresenta menos veículos e, visto que os preços de veículos de combustível fóssil são significativamente mais baratos em Espanha do que em Portugal.

4.3 Custos com a fonte de energia em Espanha e Portugal

Tal como referenciado anteriormente, em caso de substituição de frota, os utilizadores de veículos elétricos irão carregar o veículo em casa. Assim sendo, foi necessário escolher a tarifa que normalmente é utilizada pela população e que mais se adequa ao carregamento. Como os veículos são utilizados para o trabalho, durante o dia, os veículos serão carregados à noite. Ao carregar deve-se programar o começo do carregamento à meia-noite, de forma a carregar o veículo no horário de “Vazio” que apresenta o custo menor de energia por kWh.

Potência (€/dia)		Preço EDP
		0,3832
Energia (€/kWh)	Fora de Vazio	0,1870
	Vazio	0,1100

Figura 4.1 - Custo de Eletricidade Bi-horário EDP sem IVA

PLAN ELIGE 8 HORAS			
	PRECIO KW	PRECIO KWH	PRECIO KWH
	0.1152€ al día	0.0906€ Promocionado	0.1845€ No promocionado
+ VER MÁS DETALLES			
PLAN NOCHE			
	PRECIO KW	PRECIO KWH (PUNTA)	PRECIO KWH (VALLE)
	0.1233€ al día	0.1738€	0.0919€

Figura 4.2 - Custo de Eletricidade plano noite Iberdrola sem IVA

Para o cálculo do consumo de energia foi escolhido a EDP como empresa fornecedora de energia. Em Portugal, existem três tarifas e foi utilizada a tarifa bi-horário com uma potência contratada de 6,9 KVA no horário vazio, apresentada na figura 4.1 com valor de 0,11 €/kWh sem IVA. Neste caso o IVA não será dedutível, pois o consumo de energia é de casa de cada colaborador e não da empresa. Logo o valor kWh utilizado nos cálculos de consumo de energia em Portugal com IVA de 23% foi de 0,135 €/kWh (EDP, 2019).

Em Espanha foi escolhido a Iberdrola como empresa fornecedora de energia e foi escolhido o “Plan Noche” por ser o mais adequado e económico para quem apenas necessita de carregar o veículo à noite. O valor utilizado foi o da figura 4.2 de 0,0919 €/kWh e a este valor acresce o IVA de 21%. Assim sendo, o valor utilizado para os cálculos de consumo de energia em Espanha foi 0,111 €/kWh (Iberdrola, 2019).

Para os veículos de combustão interna foram utilizados os valores de gasóleo em 2018. Para Portugal foram retirados dois valores por mês do preço de combustível e foi feita a média para os doze meses ao longo do ano, os valores foram retirados da Entidade Nacional para o Setor Energético. Foi assumido o valor de 1,359 €/L para gasóleo no ano de 2018 (ENSE, 2019).

Em Espanha o preço do gasóleo é bastante inferior, apresentando uma média anual de 1,199 €/L, este valor foi retirado a partir da “Sede Eletrónica del Ministério”(Ministério.es, 2019).

Tabela 4.6 - Comparação de consumo entre ICE e BEV em Espanha

Marca/ Modelo Espanha				Consumo/Ano (€)		Dif Consumo Ano (€)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	BEV-ICE
Audi A4 Limousine	TESLA Model 3	9	277 991	18 332	4 721	-13 611
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	2	71 136	4 776	1 792	-2 984
Audi Q5	Mercedes EQC	1	10 573	913	266	-646
BMW Serie 320d	TESLA Model 3	10	277 664	17 645	4 716	-12 929
BMW Serie 518d	TESLA Model 3	2	33 868	2 436	575	-1 861
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	1	31 270	1 837	531	-1 306
Fiat Dobló	NISSAN e-NV200 comercial	25	599 615	42 417	12 646	-29 771
Fiat Fiorino	NISSAN e-NV200 comercial	166	3 424 027	225 797	72 213	-153 585
Fiat Panda Van	NISSAN e-NV200 comercial	32	582 869	38 437	12 293	-26 145
Renault Clio Sport Toure	NISSAN LEAF	60	1 768 269	103 888	27 675	-76 212
Renault Kangoo expres	NISSAN e-NV200 comercial	389	8 293 281	447 464	174 905	-272 559
Renault Laguna	BMW I SÉRIE i3	12	353 477	20 767	6 199	-14 568
Renault Master	RENAULT KANGOO Master Z.E.	1	10 146	1 095	171	-924
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	135	3 480 974	187 816	54 481	-133 335
Renault Talismán	BMW I SÉRIE i3	20	647 651	40 380	11 359	-29 021
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	2	39 900	3 444	841	-2 603
Renault Twingo Societé	RENAULT ZOE	98	2 141 721	110 421	31 618	-78 802
Toyota Aygo	RENAULT ZOE	6	99 716	5 141	1 472	-3 669
Total	Total	971	22 144 148	1 273 007	418 475	-854 532

Tabela 4.7 - Comparação de consumo entre ICE e BEV em Portugal

Marca/ Modelo Portugal				Consumo/Ano (€)		Dif Consumo Ano (€)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	BEV-ICE
Audi A5 sportback	Mercedes EQC	1	16375	1 224	503	-721
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	1	23020	1 752	707	-1 045
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	93655	6 237	1 939	-4 298
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	376410	29 158	9 676	-19 481
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	2531848	196 125	65 086	-131 038
Renault Clio Sport Tourer	NISSAN LEAF	83	2840144	189 128	54 182	-134 946
Renault Kangoo express 1.5	NISSAN e-NV200 comercial	59	1893415	115 792	48 674	-67 118
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	514383	31 457	9 813	-21 644
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	561435	54 935	14 433	-40 502
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	54739	3 794	1 133	-2 661
Total	Total	293	8 905 424	629 601	206 147	-423 454

Para cada veículo foi calculado o consumo anual de gasóleo para ICE e de energia para BEV. Constatase que os gastos com gasóleo são, sensivelmente, mais do dobro que os gastos com energia elétrica. Os consumos em combustível de cada veículo ICE foram calculados através da expressão 4.1.

$$Km\ ano * \frac{Consumo\ (L)}{100} * Preço\ do\ gasóleo\ do\ país \quad 4.1$$

Os consumos de energia de cada BEV foram calculados através da expressão 4.2

$$Km\ ano * \frac{Consumo\ (KWh)}{100} * Preço\ de\ eletrecidade\ do\ país \quad 4.2$$

Como é possível observar, a diferença de custos no que diz respeito a consumos de gasóleo ou eletricidade é bastante significativa. Os BEV apresentam custos de consumo bastante inferiores. Como apresentado na Tabela 4.6, os custos com combustível em Espanha, poderão sofrer uma redução de aproximadamente 850 mil Euros, caso haja mudança de frota para BEV.

Ao passar a frota de veículos de combustão para veículos elétricos, a empresa consegue poupar aproximadamente 420 mil Euros em Portugal como se pode ver na Tabela 4.7. Os valores da diferença de consumo de combustível da Tabela 4.6 e Tabela 4.7 são bastante significativos em ambos os países.

4.4 Emissão de CO₂ da frota

A adoção de estratégias sustentáveis é cada vez mais comum nas empresas e, no caso da Schinlder, a mudança de frota para BEV seria um fator preponderante para a redução de emissões de CO₂

provenientes da mesma. O setor de transportes é responsável por uma grande proporção destas emissões de CO₂ em todo o mundo, devido à dependência de combustíveis fósseis. Assim sendo, a mudança de frota é um passo importante a dar em termos ambientais, como é possível ver na Tabela 4.8 e Tabela 4.9.

Tabela 4.8 - Comparação de emissões entre ICE e BEV em Espanha

Marca/ Modelo Espanha				Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Totais Ano (kg)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE
Audi A4 Limousine	TESLA Model 3	9	277 991	150	41	41 699	11 431	-30 268
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	2	71 136	173	61	12 307	4 340	-7 967
Audi Q5	Mercedes EQC	1	10 573	200	61	2 115	645	-1 470
BMW Serie 320d	TESLA Model 3	10	277 664	140	41	38 873	11 418	-27 455
BMW Serie 518d	TESLA Model 3	2	33 868	194	41	6 570	1 393	-5 178
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	1	31 270	149	41	4 659	1 286	-3 373
Fiat Dobló	NISSAN e-NV200 comercial	25	599 615	160	51	95 938	30 622	-65 316
Fiat Fiorino	NISSAN e-NV200 comercial	166	3 424 027	124	51	424 579	174 865	-249 714
Fiat Panda Van	NISSAN e-NV200 comercial	32	582 869	107	51	62 367	29 767	-32 600
Renault Clio Sport Tourer	NISSAN LEAF	60	1 768 269	133	38	235 180	67 017	-168 162
Renault Kangoo express	NISSAN e-NV200 comercial	389	8 293 281	119	51	986 900	423 538	-563 363
Renault Laguna	BMW I SÉRIE i3	12	353 477	124	42	43 831	15 012	-28 819
Renault Master	RENAULT KANGOO Master Z.E.	1	10 146	189	41	1 918	414	-1 503
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	135	3 480 974	119	38	414 236	131 929	-282 307
Renault Talismán	BMW I SÉRIE i3	20	647 651	137	42	88 728	27 506	-61 222
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	2	39 900	189	51	7 541	2 038	-5 503
Renault Twingo Societé	RENAULT ZOE	98	2 141 721	103	36	220 597	76 567	-144 031
Toyota Aygo	RENAULT ZOE	6	99 716	103	36	10 271	3 565	-6 706
Total	Total	971	22 144 148			2 698 309	1 013 352	-1 684 957

Na Tabela 4.8 e Tabela 4.9 as emissões referentes a BEV são emissões indiretas, que foram calculadas como descrito na expressão 4.3 que será apresentada de seguida. Na análise à Tabela 4.8 referente a Espanha, verifica-se uma redução das emissões de CO₂ bastante significativa. A frota BEV passaria a emitir por ano cerca de mil toneladas de CO₂, ou seja, caso haja mudança total da frota para veículos elétricos, as emissões libertadas seriam 38% das emissões que a frota ICE emite, equivalente a uma redução de aproximadamente 1,6 milhares de toneladas.

As emissões dos ICE foram calculadas através da informação que cada marca fornece sobre emissões, em g/km de cada veículo pela norma WLTP. Para o cálculo das emissões provenientes de BEV foi utilizado o valor da EDP, onde, 1 kWh emite 268,77 g de CO₂ para a atmosfera. Assim para calcular as emissões totais de cada veículo foi utilizada a expressão 4.3.

$$Km\ totais * \frac{Consumo\ (kwh)}{100} * \frac{268,77}{1\ kwh} \quad 4.3$$

Tabela 4.9 - Comparação de emissões entre ICE e BEV em Portugal

Marca/ Modelo Portugal				Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Total Ano (Kg)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE
Audi A5 sportback	Mercedes EQC	1	16 375	158	61	2 587	999	-1 588
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	1	23 020	173	61	3 982	1 404	-2 578
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	93 655	149	41	13 955	3 851	-10 104
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	376 410	149	51	56 085	19 223	-36 862
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	2 531 848	119	51	301 290	129 301	-171 988
Renault Clio Sport Tour	NISSAN LEAF	83	2 840 144	133	38	377 739	107 641	-270 098
Renault Kangoo expres	NISSAN e-NV200 comercial	59	1 893 415	119	51	225 316	96 697	-128 620
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	514 383	119	38	61 212	19 495	-41 716
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	561 435	189	51	106 111	28 672	-77 439
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	54 739	135	41	7 390	2 251	-5 139
Total	Total	293	8 905 424			1 155 667	409 536	-746 131

Como é possível observar na Tabela 4.9, em caso de adoção de BEV para toda a frota de Portugal, existe uma redução nas emissões de CO₂ bastante significativa. As emissões produzidas em Portugal através da frota ICE apresentam valores de aproximadamente 1 100 toneladas enquanto que a frota BEV produz aproximadamente 400 toneladas. A mudança de frota em Portugal, apresenta assim, uma diferença de aproximadamente 700 toneladas de CO₂. A frota de Portugal passa assim a emitir 35% das emissões que a frota ICE emite atualmente.

4.5 Custos de manutenção

Para o cálculo de manutenção entrou-se em contacto com a ZERO - Associação Sistema Terrestre Sustentável de forma a perceber quais as diferenças de custo entre ICE e BEV.

A Tabela 4.10 referente ao custo de manutenção de ICE e BEV, foi calculada através de dados que foram fornecidos após reunião com a Filipa Alves e Paulo Castro, colaboradores da associação ZERO.

Tabela 4.10 - Tributação autónoma

Manutenção		
Km	ICE	BEV
Média manutenção 1 ano (10000 km/ano)	372,19 €	198,99 €
Média manutenção 2 anos (20000 km/ano)	545,32 €	313,59 €
Média manutenção 3 anos (30000 km/ano)	755,53 €	478,80 €
Média manutenção 4 anos (40000 km/ano)	970,76 €	666,41 €
Média manutenção 5 anos (50000 km/ano)	1 378,82 €	941,45 €

Fonte: ZERO, (2019)

A ZERO forneceu dados de uma série de modelos de viaturas. A esses dados foi feita uma média dos valores de manutenção entre 21 veículos ICE e BEV. Foi realizada a média de manutenção entre os 21 veículos ICE e BEV que resultou na Tabela 4.10. Verifica-se que a segunda manutenção de um BEV pode chegar a ser mais barata que a primeira manutenção de ICE. A manutenção de BEV é significativamente mais barata quando comparada a um veículo de combustão interna, pela diminuição de elemento mecânicos, pela inexistência de filtros e pelos menores desgastes nos travões resultante de travagens regenerativas (Plataforma para o Crescimento Sustentável, 2016).

4.6 Benefícios fiscais

Os benefícios fiscais são um fator preponderante para a compra de um EV. No caso de Portugal esse incentivo não é tão significativo como em Espanha, uma vez que, o incentivo para coletivos é de 2250 Euros por veículo, no total de quatro veículos. Os BEV estão isentos de tributação autónoma e de IUC. Todos estes fatores reunidos fazem uma diferença significativa no final.

Na Tabela 4.11 abaixo é possível ver a tabela de tributação autónoma utilizada para os cálculos (UWU, 2019).

Cálculo Tributação Autónoma

Tabela 4.11 - Tributação autónoma (UWU, 2019)

Tributação autónoma de viaturas					
Custo Aquisição	Combustíveis convencionais		Energia elétrica	Híbrido plug-in	
	Lucro	Prejuízo Fiscal		Lucro	Prejuízo Fiscal
Inferior a 25 000,00 €	10,00%	20,00%	0,00%	5,00%	15,00%
Entre 25 000,00 € e 35 000,00 €	27,50%	37,50%	0,00%	10,00%	20,00%
Igual ou superior a 35 000,00 €	35,00%	45,00%	0,00%	17,50%	27,50%

Consoante a empresa apresente lucro ou prejuízo fiscal, as taxas referentes à tributação autónoma serão diferentes. Como a Schindler apresenta lucro perante as funções que exerce, para os veículos de combustíveis convencionais foi utilizada a primeira coluna da Tabela 4.11 - Tributação autónoma (UWU, 2019) dependente do custo de aquisição de cada viatura. O custo de aquisição é utilizado para definir qual a tributação a ser taxada (10% ou 27,50% ou 35%), uma vez que, para o cálculo da tributação, foram contabilizadas todas as despesas anuais referente a cada veículo. Ou seja, ao preço de aquisição de viaturas, foram somados os consumos de gasóleo ao longo do ano e os custos das manutenções realizadas. A este valor final é taxado a percentagem consoante o valor de aquisição da viatura. Os BEV estão isentos de tributação autónoma.

Cálculo do IUC Portugal

A expressão 4.4 apresenta a fórmula como foi realizado o cálculo do IUC de cada veículo da empresa em Portugal:

$$\text{IUC} = \text{Taxa Cilindrada} + \text{Taxa de emissões de CO}_2 * \text{Coeficiente de idade} + \text{Taxa adicional gasóleo} \quad 4.4$$

De seguida serão mostradas as tabelas que dão os valores respetivos a cada taxa para o cálculo do IUC:

Na Tabela 4.12 - Taxa de Cilindrada a cilindrada é aplicada de forma igual a automóveis a gasolina e a gasóleo (ou qualquer outro combustível)

Tabela 4.12 - Taxa de Cilindrada (Imposto sobre veículos, 2019)

Cilindrada (cm3)	Taxa
Até 1.250	29,30€
1.251 a 1.750	58,79€
1.751 a 2.500	117,47€
Mais de 2.500	402,02€

Na Tabela 4.12 - Taxa de Cilindrada para 2019 como medida temporária, existe uma tabela de redução das emissões de CO₂ a aplicar a todos os veículos que tenham sido homologados pela norma WLTP. Todos os veículos presentes no estudo estão considerados com a norma WLTP.

Tabela 4.13 - Redução de emissões (Imposto sobre veículos, 2019)

Emissões CO ₂ (g/km)	Redução às emissões
Até 120	21%
121 a 180	15%
181 a 250	12%
Mais de 250	5%

Depois de retiradas as emissões, deve-se somar à taxa da cilindrada, a taxa das emissões de CO₂ que é possível ver na Tabela 4.14 - taxa de emissões de CO₂.

Tabela 4.14 - taxa de emissões de CO₂ (Imposto sobre veículos, 2019)

Emissões CO ₂ (g/km)	Taxa	Taxa adicional Matrícula a partir de 2017
Até 120	60,10€	0€
121 a 180	90,06€	0€
181 a 250	195,59€	29,30€
Mais de 250	335,06€	58,79€

Após ser somada a taxa adicional de CO₂ é necessário multiplicar o resultado da soma até ao momento, pelo coeficiente correspondente ao ano do veículo, como é possível verificar na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Coeficiente de idade (Imposto sobre veículos, 2019)

Ano da matrícula portuguesa	Coeficiente
2007	1,00
2008	1,05
2009	1,10
2010 e seguintes	1,15

Por fim o último passo é a soma da taxa adicional de veículos a gásóleo, como se pode verificar na Tabela 4.16. Esta taxa foi criada aquando da intervenção da denominada *Troika* mas que ainda se encontra em vigor, deve ser cobrada em todos os veículos ligeiros de passageiros a gásóleo com matrícula a partir de 1 de Julho de 2007 (inclusive). Supostamente, é uma taxa temporária, ou seja, deixará de existir no futuro, porém, ainda existe em 2019.

Tabela 4.16 - Taxa de gásóleo (Imposto sobre veículos, 2019)

Gásóleo	
Cilindrada (cm3)	Taxa Adicional
Até 1.250	5,02€
1.251 a 1.750	10,07€
1.751 a 2.500	20,12€
Mais de 2.500	68,85€

Cálculo do IUC Espanha

Em Espanha o cálculo do IUC é efetuado de forma diferente. É necessário converter a cilindrada do carro e o número de cilindros em “*caballos fiscaes*”, dependendo dos cavalos fiscais é necessário pagar a taxa do mesmo como se pode ver na Tabela 4.17

Tabela 4.17 - IUC Espanha

Caballos fiscaes	Preço (€)
<8	20
8 - 11,99	59
12 - 15,99	129
16 - 19,99	161
>20	202

O cálculo dos *Caballos fiscaes* foi efetuado a partir da expressão 4.5 (*actualidadmotor*, 2019)

$$\text{Caballos Fiscales} = \left(\frac{\text{Cilindrada}}{\text{Nº de cilindros}} \right)^{0.6} * 0.08 * \text{Nº de cilindros} \quad 4.5$$

Posteriormente ao cálculo de tributação autónoma e de IUC para Portugal e Espanha é possível comparar os benefícios fiscais para o BEV em relação a ICE na Tabela 4.18 e Tabela 4.19.

Tabela 4.18 - Benefícios fiscais em Espanha

Marca/ Modelo Espanha			IUC Ano (€)		Valor IRC-TA (€)		Incentivos na Aquisição (€)
ICE	BEV	Qt	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV
Audi A4 Limousine	TESLA Model 3	9	1 575				
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	2	350				
Audi Q5	Mercedes EQC	1	175				
BMW Serie 320d	TESLA Model 3	10	1 290				
BMW Serie 518d	TESLA Model 3	2	350				
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	1	175				
Fiat Dobló	NISSAN e-NV200 comercial	25	1 475				137 500
Fiat Fiorino	NISSAN e-NV200 comercial	166	9 794				913 000
Fiat Panda Van	NISSAN e-NV200 comercial	32	1 888				176 000
Renault Clio Sport Tourer	NISSAN LEAF	60	3 540				330 000
Renault Kangoo express 1.5	NISSAN e-NV200 comercial	389	22 951				2 139 500
Renault Laguna	BMW I SÉRIE i3	12	708				66 000
Renault Master	RENAULT KANGOO Master Z.E.	1	59				
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	135	7 965				742 500
Renault Talismán	BMW I SÉRIE i3	20	2 580				110 000
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	2	118				11 000
Renault Twingo Societé 1.5	RENAULT ZOE	98	5 782				539 000
Toyota Aygo	RENAULT ZOE	6	354				33 000
Total	Total	971	61 129	0	0	0	5 197 500

Tabela 4.19 - Benefícios fiscais em Portugal

Marca/ Modelo Portugal			IUC Ano (€)		Valor IRC-TA (€)		Incentivos na Aquisição (€)
ICE	BEV	Qt	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV
Audi A5 sportback	Mercedes EQC	1	574		15 405		
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	1	574		18 188		
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	1 149		39 348		
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	2 414		27 767		
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	16 553		192 354		
Renault Clio Sport Tourer	NISSAN LEAF	83	14 312		177 890		
Renault Kangoo express 1.5	NISSAN e-NV200 comercial	59	10 173		107 652		
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	3 449		47 631		
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	2 586		36 406		
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	482		19 312		
Total	Total	293	52 267	0	681 955	0	9 000

Verifica-se na análise à Tabela 4.18e Tabela 4.19 que enquanto em Espanha não existe tributação autónoma de viaturas, em Portugal a tributação é a parte mais dispendiosa. Assim, mudar para uma frota de BEV significa estar isento de pagamento de IUC e tributação autónoma, ou seja, por ano, em Portugal, em caso de mudança para BEV, é possível reduzir o custo em média em cerca de 682 mil Euros, apenas por estar isento de tributação autónoma de viaturas.

Também é possível comparar os custos de IUC quer em Portugal quer em Espanha. Portugal apresenta custos mais elevados de IUC por cada veículo. No caso dos incentivos, Espanha tem incentivos de 5 500 Euros para viaturas elétricas até 40 000 Euros, enquanto Portugal usufrui de um incentivo de 2 250 Euros por veículos no máximo de quatro veículos, para coletivos, logo o incentivo total para as 4 viaturas fica a 9 000 Euros.

4.7 Custo total da frota anualmente

Nas tabelas que serão apresentadas foram realizados três cenários diferentes. O primeiro cenário é um estudo defensivo caso os incentivos não sejam participados aos 971 veículos pertencentes à Schindler de Espanha, de forma a perceber se é viável a mudança de frota sem incentivos. O segundo cenário é uma perspetiva num futuro de dois anos em relação ao preço de veículos elétricos. O terceiro cenário é o cenário real caso a Schindler decida mudar a frota total de veículos de Portugal e Espanha.

Cenário 1 (Hipotético) – Corresponde ao custo de mudança de frota sem os Incentivos fiscais, dado que, na legislação espanhola os Incentivos são de 5 500 Euros para BEV até 40 000 Euros, não existindo informação de limite de veículos para coletivos com incentivo como acontece em Portugal. Como tal, no caso de os incentivos para coletivos não poderem ser beneficiados aos 971 veículos da frota de Espanha, é possível perceber o custo total de mudança de frota sem incentivos nos anexos A.1 e A.2

Cenário 2 (Hipotético) – Este cenário é apresentado nos anexos A.3 e A.4 É uma perspetiva futura no espaço de dois anos, caso o mercado continue em crescimento. Como, atualmente, neste cenário são apresentados os preços dos veículos elétricos com um custo de aquisição de menos 20% em relação aos custos atuais de BEV. O cenário 2 também não apresenta incentivos devido a estes poderem mudar ou deixar de existir, caso o mercado de mobilidade elétrica continue a aumentar e os preços dos veículos a diminuir.

Cenário 3 (Real) – O último cenário apresenta a mudança de frota com os incentivos e a, respetiva diferença de emissões entre a frota ICE e BEV para cada país, é portanto o estudo que corresponde à realidade atual em caso de mudança de frota, correspondente à Tabela 4.20 e Tabela 4.21.

No estudo referente aos três cenários, como o número de veículos é sempre o mesmo e iguais, as emissões e os consumos apresentados terão o mesmo valor em qualquer um dos cenários. No corpo de texto apenas será apresentado o “Cenário 3” que corresponde à realidade, os restantes dois cenários serão colocados em anexo de modo a facilitar a leitura das tabelas.

Cenário 3

Tabela 4.20 - Custo final de mudança de frota com incentivos e diferença de emissões em Espanha

Marca/ Modelo Espanha				Custo Aquisição S/IVA com incentivo (€)		Consumo/Ano (€)		Manutenção / Ano (€)		IUC Ano (€)		Valor IRC-TA (€)		Incentivos na Aquisição (€)	Custo Total Ano Com incentivo (€)		Dif Custo Total Ano Com Incentivos (€)	Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Totais Ano (kg)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE
Audi A4 Limousine	TESLA Model 3	9	277 991	305 368	341 209	18 332	4 721	8 714	5 704	1 575					104 964	132 853	27 889	150	41	41 699	11 431	-30 268
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	2	71 136	84 562	122 332	4 776	1 792	2 134	1 420	350					28 401	42 046	13 644	173	61	12 307	4 340	-7 967
Audi Q5	Mercedes EQC	1	10 573	40 612	61 166	913	266	545	314	175					11 786	14 496	2 710	200	61	2 115	645	-1 470
BMW Serie 320d	TESLA Model 3	10	277 664	382 818	379 121	17 645	4 716	8 466	5 375	1 290					123 105	146 121	23 015	140	41	38 873	11 418	-27 455
BMW Serie 518d	TESLA Model 3	2	33 868	99 858	75 824	2 436	575	1 091	627	350					28 842	28 408	-433	194	41	6 570	1 393	-5 178
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	1	31 270	46 254	37 912	1 837	531	971	666	175					14 546	14 800	254	149	41	4 659	1 286	-3 373
Fiat Dobló	NISSAN e-NV200 comercial	25	599 615	311 983	411 550	42 417	12 646	18 926	12 022	1 475				137 500	140 814	127 555	-13 259	160	51	95 938	30 622	-65 316
Fiat Fiorino	NISSAN e-NV200 comercial	166	3 424 027	1 920 661	2 732 692	225 797	72 213	112 774	70 190	9 794				913 000	828 531	825 576	-2 955	124	51	424 579	174 865	-249 714
Fiat Panda Van	NISSAN e-NV200 comercial	32	582 869	364 959	526 784	38 437	12 293	19 563	12 015	1 888				176 000	151 128	156 003	4 876	107	51	62 367	29 767	-32 600
Renault Clio Sport Tour	NISSAN LEAF	60	1 768 269	740 182	932 973	103 888	27 675	53 429	34 911	3 540				330 000	345 902	295 830	-50 072	133	38	235 180	67 017	-168 162
Renault Kangoo expres	NISSAN e-NV200 comercial	389	8 293 281	4 812 669	6 403 718	447 464	174 905	271 065	169 509	22 951				2 139 500	1 944 647	1 945 344	697	119	51	986 900	423 538	-563 363
Renault Laguna	BMW I SÉRIE i3	12	353 477	226 002	312 252	20 767	6 199	10 345	6 816	708				66 000	88 321	91 078	2 757	124	42	43 831	15 012	-28 819
Renault Master	RENAULT KANGOO Master Z.E.	1	10 146	13 080	59 113	1 095	171	545	314	59					4 969	19 388	14 419	189	41	1 918	414	-1 503
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	135	3 480 974	2 305 041	2 099 189	187 816	54 481	108 436	69 493	7 965				742 500	880 477	648 771	-231 706	119	38	414 236	131 929	-282 307
Renault Talismán	BMW I SÉRIE i3	20	647 651	411 851	520 420	40 380	11 359	19 813	13 172	2 580				110 000	165 736	154 636	-11 100	137	42	88 728	27 506	-61 222
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	2	39 900	23 390	32 924	3 444	841	1 301	792	118				11 000	10 711	9 865	-846	189	51	7 541	2 038	-5 503
Renault Twingo Societe	RENAULT ZOE	98	2 141 721	1 063 421	1 681 870	110 421	31 618	69 726	43 865	5 782				539 000	451 784	495 950	44 166	103	36	220 597	76 567	-144 031
Toyota Aygo	RENAULT ZOE	6	99 716	74 132	102 972	5 141	1 472	3 309	1 932	354				33 000	27 337	29 147	1 810	103	36	10 271	3 565	-6 706
Total	Total	971	22 144 148	13 226 844	16 834 021	1 273 007	418 475	711 153	449 138	61 129	0	0	0	5 197 500	5 352 001	5 177 868	-174 133			2 698 309	1 013 352	-1 684 957

Tabela 4.21 - Custo final de mudança de frota com incentivos e diferença de emissões em Portugal

Marca/ Modelo Portugal				Custo Aquisição S/IVA com incentivo (€)		Consumo/Ano (€)		Manutenção / Ano (€)		IUC Ano (€)		Valor IRC-TA (€)		Incentivos na Aquisição (€)	Custo Total Ano Com incentivo (€)		Dif Custo Total Ano Com Incentivos (€)	Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Total Ano (Kg)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE
Audi A5 sportback	Mercedes EQC	1	16 375	41 671	60 407	1 224	503	545	314	574		15 405			28 166	15 918	-12 248	158	61	2 587	999	-1 588
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	1	23 020	48 885	60 407	1 752	707	756	479	574		18 188			33 491	16 287	-17 204	173	61	3 982	1 404	-2 578
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	93 655	102 440	75 306	6 237	1 939	2 600	1 758	1 149		39 348			74 943	52 523	-22 420	149	41	13 955	3 851	-10 104
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	376 410	234 472	306 001	29 158	9 676	11 624	7 508	2 414		27 767			129 580	93 685	-35 896	149	51	56 085	19 223	-36 862
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	2 531 848	1 632 768	2 098 293	196 125	65 086	78 084	50 189	16 553		192 354			891 311	639 848	-251 463	119	51	301 290	129 301	-171 988
Renault Clio Sport Tour	NISSAN LEAF	83	2 840 144	1 491 261	2 230 459	189 128	54 182	84 161	55 447	14 312		177 890			838 316	667 244	-171 072	133	38	377 739	107 641	-270 098
Renault Kangoo expres	NISSAN e-NV200 comercial	59	1 893 415	893 850	1 289 576	115 792	48 674	56 731	37 356	10 173		107 652			513 805	408 424	-105 381	119	51	225 316	96 697	-128 620
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	514 383	425 200	537 460	31 457	9 813	16 202	10 466	3 449		47 631			205 039	154 644	-50 396	119	38	61 212	19 495	-41 716
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	561 435	290 115	327 858	54 935	14 433	16 421	10 953	2 586		36 406			182 880	107 350	-75 530	189	51	106 111	28 672	-77 439
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	54 739	64 222	75 306	3 794	1 133	1 726	1 145	482		19 312			41 370	21 105	-20 265	135	41	7 390	2 251	-5 139
Total	Total	293	8 905 424	5 224 884	7 052 072	629 601	206 147	268 850	175 614	52 267	0	681 955	0	9 000	2 938 903	2 138 029	-800 874			1 155 667	409 536	-746 131

Nas tabelas referentes ao cenário 3 que são apresentados em “Custo Total Ano”, o preço de cada veículo é dividido por 4 anos, dado que é o tempo estipulado na empresa para a troca de viaturas, com o mesmo critério para ICE e BEV. Ao Custo total ano de BEV e ICE, é somada ainda a tributação autónoma, o Imposto único de circulação, a manutenção e o consumo de combustível ou de energia consoante o veículo.

Na análise das tabelas referentes ao cenário 3, em Espanha, o custo de aquisição da frota atual seria de 13 226 844 Euros e o custo de aquisição para a frota total de BEV seria de 16 834 021 Euros. O investimento inicial de BEV é maior, mas ao fim de um ano, o “Custo Total” que já inclui o preço de aquisição do veículo é, mais barato com a utilização de veículos elétricos, do que, com veículos de combustão interna. Ou seja, o “Custo Total Ano” para ICE é de 5 352 001 Euros e o de BEV é de 5 177 868 Euros. Assim, num ano é possível poupar 174 133 Euros caso haja mudança total de frota para BEV em Espanha.

Em Portugal ainda é mais rentável a mudança total de frota para veículos elétricos, dado que, o “Custo Total Ano” com veículos ICE é de 2 938 903 Euros, mas caso haja mudança este valor passa para 2 138 029 Euros. A cada ano é possível poupar 800 874 Euros se houver mudança para veículos movidos a energia elétrica.

Constata-se que a mobilidade elétrica é uma mais valia para a empresa. As diferenças de custos totais ano são superiores em Portugal, visto que os veículos ICE são mais caros em Portugal do que em Espanha. Assim a diferença entre o custo de aquisição entre ICE e BEV é menor em Portugal do que em Espanha. Para além deste fator, Portugal tem taxas de tributação autónoma muitas elevadas enquanto que, como referido anteriormente, Espanha não tem taxas de tributação. Assim, devido à tributação, é normal que a diferença de custos no final do ano seja maior em Portugal do que em Espanha.

A Schindler irá oferecer um incentivo para os colaboradores trocarem o seu veículo ICE por BEV, mas esse valor apenas foi definido no fim dos cálculos logo não entrou nas tabelas apresentadas anteriormente. Foi definido um incentivo de 50 Euros por ano a cada colaborador. Ou seja, caso houvesse mudança da frota total seria 50 Euros * (Nº de colaboradores), neste caso são 1264 colaboradores. Logo o incentivo dado pela Schindler para todos os colaboradores, daria um incentivo total no valor de 63 200 Euros.

A mudança de frota de veículos de combustão interna para BEV na Schindler Ibérica proporciona uma redução de custos anualmente de 975 mil Euros. A este valor serão subtraídos os 63 200 Euros de incentivos por parte da Schindler por os colaboradores carregarem o veículo em casa. Ou seja, a empresa, ao optar pela mobilidade elétrica consegue poupar em um ano cerca de 912 mil Euros e obter uma redução de aproximadamente 2,4 mil toneladas de CO₂.

Verifica-se que a mudança de frota para carros movidos a energia elétrica é uma mais valia em termos económicos e ambientais. As emissões de CO₂, caso haja mudança sofre uma redução de emissões 37% na frota ibérica. Conclui-se, que a mudança de frota teria impactes significativos na redução da pegada carbónica da empresa e a nível mundial.

4.8 Propostas de melhoria

A Schindler visa reduzir a pegada de carbono resultante da sua frota de veículos. A empresa contém um contrato de leasing de quatro anos para cada veículo. Geralmente, cada trabalhador recebe um veículo atribuído por toda a vida útil do contrato. Os veículos são atribuídos dependendo da especialização de cada trabalhador e atualmente, a frota possui apenas veículos a diesel com diferentes modelos, capacidades e tamanhos.

Para este estudo foram avaliados 1264 veículos pertencentes à frota da Schindler dos quais 971 pertencentes a Espanha e 293 a Portugal. A mudança de frota deve ser de modo gradual de forma a perceber quais as medidas a adotar consoante a utilização.

Neste capítulo propõe-se, primeiramente, a mudança dos veículos onde o custo total por ano é inferior em BEV do que em ICE já existentes na frota.

Tabela 4.22 – Primeiros veículos que devem sofrer mudança para BEV em Espanha

Marca/ Modelo Espanha				Custo Aquisição S/IVA com incentivo (€)		Custo Total Ano Com incentivo (€)		Dif Custo Total Ano Com Incentivos (€)	Dif Emissões Totais Ano (kg)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE	BEV-ICE
BMW Serie 518d	TESLA Model 3	2	33 868	99 858	75 824	28 842	28 408	-433	-5 178
Fiat Dobló	NISSAN e-NV200 comercial	25	599 615	311 983	411 550	140 814	127 555	-13 259	-65 316
Fiat Fiorino	NISSAN e-NV200 comercial	166	3 424 027	1 920 661	2 732 692	828 531	825 576	-2 955	-249 714
Renault Clio Sport Tour	NISSAN LEAF	60	1 768 269	740 182	932 973	345 902	295 830	-50 072	-168 162
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	135	3 480 974	2 305 041	2 099 189	880 477	648 771	-231 706	-282 307
Renault Talismán	BMW I SÉRIE i3	20	647 651	411 851	520 420	165 736	154 636	-11 100	-61 222
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	2	39 900	23 390	32 924	10 711	9 865	-846	-5 503
Total	Total	410	9 994 304	5 812 966	6 805 572	2 401 013	2 090 641	-310 372	-837 402

Tabela 4.23 - Primeiros veículos que devem sofrer mudança para BEV em Portugal

Marca/ Modelo Portugal				Custo Aquisição S/IVA com incentivo (€)		Custo Total Ano Com incentivo (€)		Dif Custo Total Ano Com Incentivos (€)	Dif Emissões Total Ano (Kg)
ICE	BEV	Qt	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	BEV-ICE	BEV-ICE
Audi A5 sportback	Mercedes EQC	1	16 375	41 671	60 407	28 166	15 918	-12 248	-1 588
Audi A6 Limousine	Mercedes EQC	1	23 020	48 885	60 407	33 491	16 287	-17 204	-2 578
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	93 655	102 440	75 306	74 943	22 523	-52 420	-10 104
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	376 410	234 472	306 001	129 580	93 685	-35 896	-36 862
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	2 531 848	1 632 768	2 098 293	891 311	639 848	-251 463	-171 988
Renault Clio Sport Tour	NISSAN LEAF	83	2 840 144	1 491 261	2 230 459	838 316	667 244	-171 072	-270 098
Renault Kangoo express	NISSAN e-NV200 comercial	59	1 893 415	893 850	1 289 576	513 805	408 424	-105 381	-128 620
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	514 383	425 200	537 460	205 039	154 644	-50 396	-41 716
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	561 435	290 115	327 858	182 880	107 350	-75 530	-77 439
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	54 739	64 222	75 306	41 370	21 105	-20 265	-5 139
Total	Total	293	8 905 424	5 224 884	7 052 072	2 938 903	2 138 029	-800 874	-746 131

A Tabela 4.20 indica os resultados finais que apresentam os 971 veículos pertencentes a Espanha, mostra ainda, que a mudança total de frota em Espanha teria um custo total ao ano mais barato com a utilização de BEV do que a ICE, contudo mudar a frota toda repentinamente não seria a melhor gestão a ser feita.

Para que essa gestão seja gradual, são apresentados na Tabela 4.22 os 410 veículos que são mais rentáveis e apresentam um custo total ano mais barato em BEV do que os ICE existentes. Estes seriam os primeiros veículos a serem trocados com um custo total ano de cerca de 2,1 milhões de Euros por ano, apresentando, assim, uma diferença de custo de menos 310 mil Euros por ano quando

comparados aos veículos ICE presentes na frota. A mudança de 410 veículos representa uma diminuição de aproximadamente 837 toneladas de CO₂ por ano.

No caso de Portugal, devido aos altos preços de aquisição de ICE, o preço de gasóleo e os altos custos de tributação autónoma, todos os veículos pertencentes à frota apresentam um custo total ano superior quando comparado com o custo total ano de BEV. Constata-se na Tabela 4.23 os custos atuais por ano de 293 veículos ICE da frota de Portugal são de cerca de 2,9 milhões de Euros e, caso haja, mudança para BEV passariam a ser de aproximadamente 2,1 milhões Euros, uma diferença de 800 mil Euros a menos por ano e uma diminuição de aproximadamente 746 toneladas de CO₂ emitidas por ano.

Conclui-se que, com a mudança dos veículos que deveriam sofrer a primeira mudança, pertencentes a Portugal e Espanha é possível uma redução de custos ao ano de 1,1 milhões de Euros e uma redução de aproximadamente 1,5 milhares de toneladas de dióxido de carbono emitidas.

Verifica-se que apesar do custo de aquisição de BEV ser superior ao de ICE, ao final de um ano o custo total de operação é mais barato nos BEV do que nos ICE, logo a mudança de frota é uma opção viável e mais benéfica tanto em Espanha como em Portugal.

5 Limitações ao estudo

Como em todos os estudos, existem limitações ou problemas que surgem e que é necessário obter, uma solução para corrigir ou adaptar à realidade. Esta dissertação não é exceção, no parágrafo seguinte, serão abordadas e explicadas todas as limitações encontradas ao longo do percurso.

Os abastecimentos dos veículos pertencentes à frota da Schindler são registados no sistema da Galp Frota. Os registos dos litros abastecidos são automáticos, mas o número de quilómetros a registar antes de abastecer são registados manualmente pelo utilizador. Este sistema permite possibilidade de erro humano, que induz a erros no registo de quilómetros, ou mesmo, o não registo dos mesmos. Como foram encontrados vários erros nos registos, foi necessário eliminar matrículas de forma a tornar o estudo o mais próximo da realidade e com o menor erro possível. Na análise dos registos deparou-se com quilómetros que eram impossíveis de fazer em um ano por registos de quilómetros mal efetuados. Não é possível ter como base o número de litros porque também não permite fiabilidade, dado que é possível abastecer sem o cartão Galp frota e o pagamento ser feito à parte, apesar de não ser o procedimento comum. O passo seguinte foi fazer uma média dos consumos de cada viatura, pelos quilómetros registados e os litros abastecidos. Todos os veículos que apresentavam consumos superiores a 25 L/100km e inferiores a 4 L/100km foram eliminados devido a não representarem os consumos reais.

Como o custo de *leasing* de cada viatura é variável dependendo do mês em que é realizado e do número de veículos que são requisitados, fazer o estudo através do leasing ou custo de aquisição com desconto frota não é fiável. Logo de modo a comparar os custos entre ICE e BEV foram utilizados os preços de mercado versão base em todos os modelos, pois não foge a realidade. O único modelo que não foi escolhido como versão base foi o Renault Megane por a versão base não corresponder ao modelo utilizado na frota. Ou seja, não foi utilizado o modelo Megane life mas sim Megane limited.

Para o estudo não foram contabilizados os custos com portagens por falta de informação fidedigna por parte da empresa. O aluguer de baterias para BEV não foi tido em conta, pois com o contacto com cada marca algumas ainda não tinham discriminado os preços de aluguer por mês e por quilómetros, sendo assim optou-se por utilizar o valor de preço de mercado.

Como os veículos da Schindler são para uso em horário de trabalho os cálculos foram feitos com 239 dias de utilização do veículo e 126 dias sem utilização (52 Sábados, 52 Domingos mais 22 dias úteis de férias). Para todos os veículos foi realizada a média de quilómetros dia, de forma a perceber se estes são suficientes, diariamente, para os veículos BEV escolhidos. Esta forma de cálculo diminui a probabilidade de a autonomia não ser aceitável, pois os quilómetros realizados fora do horário de trabalho, que não são comuns, estão a ser contabilizados na realização dos cálculos aumentando assim a média que cada veículo percorre diariamente. Assim, ao escolher o BEV para um dado trabalhador os cálculos para quilómetros diários estão em excesso, logo ao escolher o BEV para um dado trabalhador, a probabilidade de um BEV ficar sem autonomia num dia de trabalho normal é menos provável.

Para o estudo não foram contabilizados os custos com portagens por falta de informação fidedigna. O aluguer de baterias para BEV não foi tido em conta. Após estabelecer contacto com alguns concessionários das marcas, alguns BEV ainda não apresentavam preços de aluguer de bateria por mês nem por quilómetros, logo foi posta de parte o aluguer de baterias.

6 Conclusão

Os veículos elétricos contribuem para a redução da dependência externa dos combustíveis fósseis ao mesmo tempo que reduzem as emissões de GEE. O desenvolvimento sustentável assumiu um papel de extrema importância em todas as áreas. Dentro destas a mobilidade tem um grande peso para um crescimento sustentável.

Encontram-se vários fatores que surgem como oportunidades essenciais para a difusão dos veículos elétricos. Um desses fatores é a redução do custo de aquisição de EV, a capacidade de armazenamento das baterias, o tempo de carregamento das baterias.

Como referido anteriormente o cenário 3 é o cenário real que corresponde à realidade atual em caso de mudança de frota. O cenário 1 e 2 correspondem a cenários hipotéticos. Conclui-se pelos resultados do cenário 3 que em caso total de mudança de frota (Portugal e Espanha) é possível uma redução de cerca de 2,4 milhares de toneladas de CO₂ quando comparado com a frota atual ICE. Com esta mudança também é possível uma redução de custos de cerca de 1 milhão de euros.

Como a mudança de frota deve ser gradual, como proposto no capítulo 4.8 de proposta de melhoria, os primeiros veículos a sofrer mudança permitem uma redução de emissões de CO₂ de aproximadamente 1,5 milhares de toneladas e uma redução de custo de aproximadamente 1 100 milhões de euros. No capítulo 4.8 a redução de custos é superior à redução de custos da frota total. Esta diferença deve-se aos veículos apresentados no capítulo 4.8, pois todos apresentam, custos de operação inferiores em BEV do que ICE, e no estudo total de frota isso já não acontece.

Com o estudo realizado verifica-se que a capacidade de armazenamento das baterias não é uma problemática para a atividade da empresa. Visto que, dos 1264 veículos pertencentes à frota ibérica, apenas catorze viaturas Nissan e-NV200 e duas Nissan Leaf, não permitem autonomia para o percurso diário realizado. Dos seis modelos de BEV escolhidos para integrar a frota da Schindler o Nissan e-NV200 é o que apresenta menor autonomia. Visto ser um veículo comercial que tem a finalidade de transporte de mercadorias, a sua autonomia pode ser reduzida devido ao peso de carga a ser transportada. É necessário, portanto, uma maior atenção na troca destes veículos devido à sua autonomia e devido ao seu custo aquisição, dado que quando comparados com o modelo de mercadorias ICE estes apresentam o custo de aquisição bastante inferior.

A Schindler não planeia introduzir PHEV na sua frota de veículos, justificando que esta possibilidade não é viável para a sua atividade. Esta condicionante deve-se, ao alto custo de aquisição destes veículos, à sua baixa autonomia em modo elétrico. A empresa pretende evoluir para elétricos puros num futuro próximo.

É possível afirmar, que a mudança de frota para BEV é uma mais-valia em termos económicos e ambientais. A evolução tecnológica alcançada pelos EV associada às condicionantes futuras, a nível de emissões de GEE e eficiência, está a levar a uma difusão dos veículos elétricos. Num futuro próximo os veículos elétricos serão uma contribuição essencial para a mobilidade sustentável. Conclui-se que,

com a implementação de frota de BEV, as diferenças económicas e principalmente as diferenças de emissões, são sem dúvida significativas e contributo importante para a empresa.

Referências

- ACEA (2017a). Getting Ready for Wltp: The Benefits of WLTP Disponível em: http://wltpfacts.eu/wp-content/uploads/2017/04/WLTP_Leaflet_FA_web.pdf. (Acedido: 20 de março de 2019)
- ACEA (2017b). WLTP Facts. Disponível em: <https://wltpfacts.eu/wltp-discrepancy-laboratory-road-performance-cars/> (Acedido: 20 de Março de 2019)
- ACEA (2019a). Electric Vehicles : Tax Benefits & Incentives in the EU. Disponível em: from https://www.acea.be/uploads/publications/Electric_vehicles-Tax_benefits_incentives_in_the_EU-2019.pdf (acedido: November 26 de 2019)
- ACEA (2019b) WLTP EU. Disponível em: <https://wltpfacts.eu/> (Acedido: 20 de Março de 2019)
- ACTUALIDADMOTOR (2019). Disponível em: <https://www.actualidadmotor.com/caballos-fiscales/>
- Ansaripoor, A. H., Oliveira, F. S., & Liret, A. (2016). Recursive expected conditional value at risk in the fleet renewal problem with alternative fuel vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 65, 156–171. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.12.010>
- APA (2012) Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050
- APA (2019). Disponível em: <https://rea.apambiente.pt/content/energias-renováveis?language=pt-pt> (Acedido: 11 de Maio de 2019)
- Chan, C. C. (2007). The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 704–718. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489>
- EAFO (2019). Alternative fuels (electricity) charging infra stats. Disponível em: <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/hydrogen/filling-stations-stats> (Acedido: 11 de Maio de 2019)
- EAFO (2019). Alternative fuels (hydrogen) filling stations stats. Disponível em: <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/electricity/charging-infra-stats> (Acedido: 11 de Maio de 2019)
- EDP (2019). Disponível em: <https://www.edp.pt/particulares/servicos/mobilidade-eletrica/carregar-em-casa/> (Acedido: 14 de Julho de 2019)
- Mckinsey & Company (2018). Electric vehicles in Europe gearing up for a new phase
- ENSE (2019). Preço de referência. Disponível em: <http://www.ense-epe.pt/precos-referencia/> (Acedido: 9 de Agosto de 2019)
- Iberdrola (2019). Ofertas de luz y gas. Disponível em: <https://selectra.es/energia/companias/iberdrola> (Acedido: 14 de Julho de 2019)
- IEA. (2018). Global EV Outlook 2018. Paris: IEA. <https://doi.org/10.1787/9789264302365-en>
- IEA. (2019). Electric vehicles: Tracking Clean Energy Progress. Disponível em: <https://www.iea.org/tcep/transport/electricvehicles/> (Acedido: 12 de Junho de 2019)

- Imposto Sobre Veículos. (2019). Retrieved November 26, 2019, from <https://impostosobreveiculos.info/isv/imposto-sobre-veiculos-isv-2019/#principal> (Acedido: 14 de Julho de 2019)
- Liu, H., Chen, J., Wu, C., & Chen, H. (2018). Multi-objective optimization for energy management off fuel cell hybrid electric vehicles. In 2018 Annual American Control Conference (ACC) (Vol. 2018-June, pp. 6303–6308). IEEE. <https://doi.org/10.23919/ACC.2018.8430898>
- MAOTE (2014) Contributo Compromisso para o Crescimento Verde
- Maria, A. Monteiro, M. Gomes, M. Pedro, J. (2019) Planeamento e Infraestruturas Gabinete do Ministro
- Mehar, S., Zeadally, S., Remy, G., & Senouci, S. M. (2015). Sustainable Transportation Management System for a Fleet of Electric Vehicles. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 16(3), 1401–1414. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2367099>
- Ministério.es (2019). Histórico de Precios. Disponível em: <https://sedeaplicaciones.minetur.gob.es/shpcarburantes/> (Acedido: 9 de Agosto de 2019)
- Mitchell, W., Bowers, B. J., Garnier, C., & Boudjemaa, F. (2006). Dynamic behavior of gasoline fuel cell electric vehicles. Journal of Power Sources, 154(2), 489–496. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.10.089>
- Mobie (2019) MOBI.E. Disponível em: <https://www.mobie.pt/where-electric-mobility> (Acedido: 20 de Maio de 2019)
- Mobiletric (2019). Como funciona um carro elétrico? Disponível em: <https://www.mobiletric.com/como-funciona-carro-eletrico/> (Acedido: 28 de Março de 2019)
- NEDC to WLTP (2019). Disponível em: <https://wltpfacts.eu/from-nedc-to-wltp-change/> (Acedido: 20 de Março de 2019)
- Past, S. O. U. R. (2013) The rise & fall of electric vehicles in 1928-1930: Lessons learned, Proceedings of the IEEE, Vol 101
- PCS. (2016) Plataforma para o Crescimento Sustentável. Disponível em: <https://www.crescimentosustentavel.org/>
- Sawaguchi, S. (2009) PNAER 2020, 7(1)
- Toyota (2019). Disponível em: <https://www.toyota.pt/hybrid-innovation/what-is-hybrid.json#> (Acedido: 2 de Junho de 2019)
- Transport&Environment (2019). Eletric Cars. Disponível em: <https://www.transportenvironment.org/what-we-do/electric-cars> (Acedido: 20 de Junho de 2019)
- Transport&Environment (2018). Eletric Vehicle Briefing - The Truth

UVE (2019). UVE - Associação Utilizadores de Veículos Eléctricos. Disponível em: <https://www.uve.pt/page/> (Acedido: 25 de Junho de 2019)

UWU (2019). Conheça os Benefícios Fiscais para as viaturas elétricas e plug-in. Disponível em: <https://www.uwu.pt/a/index.php/pt/noticias/beneficios-fiscais-viaturas-eletricas-e-hibridas-plug> (Acedido: 3 de Agosto de 2019)

Zhang, X., Rao, R., Xie, J., & Liang, Y. (2014). The Current Dilemma and Future Path of China's Electric Vehicles. *Sustainability*, 6(3), 1567–1593. <https://doi.org/10.3390/su6031567>

ZERO (2019). Comunicação pessoal de Filipa Alves e Paulo Castro a 6 de agosto de 2019

Anexos

Cenário 1

A1 -Custo total de mudança de frota sem incentivos em Espanha.

Marca/ Modelo Espanha				Custo Aquisição SI/IVA (€)				Consumo/Ano (€)				Manutenção / Ano (€)				IJC Ano (€)				Valor IRC-TA (€)				Dif Consumo Ano (€)				Custo Total Ano (€)				Dif Custo Total Ano (€)				Emissões (g/km)				Emissões Totais Ano (kg)				Dif Emissões Totais Ano (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		ICE	BEV	QI	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV

Cenário 1

A2 -Custo total de mudança de frota sem incentivos em Portugal.

Marca/ Modelo Portugal		Custo Aquisição SI/VA (€)		Consumo/Ano (€)		Manutenção / Ano (€)		IJC Ano (€)		Valor IRC-TA (€)		Dif Consumo Ano (€)		Custo Total Ano (€)		Dif Custo Total Ano (€)		Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Total Ano (kg)	
		ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV
	ICE	Qt	km/ano																				
	Audi A5 sportback	1	16 375	41 671	60 407	1 224	503	545	314	574	15 405	-721	28 166	15 918	-12 248	158	61	2 587	999			-1 588	
	Audi A6 Limousine	1	23 020	48 885	60 407	1 752	707	756	479	574	18 188	-1 045	33 491	16 287	-17 204	173	61	3 982	1 404			-2 578	
	BMW X3 xdrive 20d	2	39 655	102 439	75 306	6 237	1 939	2 600	1 758	1 149	39 348	-4 298	74 943	22 523	-52 420	149	41	13 955	3 851			-10 104	
	Citroen Berlingo	14	376 410	234 472	306 001	29 158	9 676	11 624	7 508	2 414	27 767	-19 481	129 580	93 685	-35 896	149	51	56 085	19 223			-36 862	
	Citroen Nemo	96	2 531 848	1 632 780	2 098 293	196 125	65 086	78 084	50 189	16 553	192 354	-131 038	891 311	639 848	-251 463	119	51	301 290	129 301			-171 988	
	Renault Clio Sport Tour	83	2 840 144	1 491 301	2 230 459	189 128	54 182	84 161	55 447	14 312	177 890	-134 946	838 316	667 244	-171 072	133	38	377 739	107 641			-270 098	
	Renault Kangoo express	59	1 893 415	893 826	1 289 576	115 792	48 674	56 731	37 356	10 173	107 652	-67 118	513 805	408 424	-105 381	119	51	225 316	96 697			-128 620	
	Renault Megane 1.5	20	514 383	425 203	537 460	31 457	9 813	16 202	10 466	3 449	47 631	-21 644	205 039	154 644	-50 396	119	38	61 212	19 495			-41 716	
	Renault Traffic	15	561 435	290 122	327 858	54 935	14 433	16 421	10 953	2 586	36 406	-40 502	182 890	107 350	-75 530	189	51	106 111	28 672			-77 439	
	Volkswagen Passat	2	54 739	64 223	75 306	3 794	1 133	1 726	1 145	482	19 312	-2 661	41 370	21 105	-20 265	135	41	7 390	2 251			-5 139	
	Total	293	8 905 424	5 224 921	7 061 072	629 601	206 147	268 850	175 614	52 267	0 681 955	0 -423 454	2 938 903	2 147 029	-791 874			1 155 667	409 536			-746 131	

Cenário 2

A3 - Perspetiva futura de custo de aquisição de BEV 20% mais baratos dentro de 2 anos em Espanha

Marca/ Modelo Espanha		Custo Aquisição S/IVA		Consumo/Ano		Manutenção / Ano		IJC Ano		Valor RC-TA		Dif Consumo		Custo Total Ano		Dif Custo Total Ano		Emissões		Emissões Totais Ano		Dif	
		Redução 20%		(€)		(€)		(€)		(€)		Ano (€)		Redução de 20%		(€)		(g/km)		(kg)		(kg)	
ICE	Qt	BEV	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV
Audi A4 Limousine	9	277 991		18 332	4 721	8 714	5 704	1 575				-13 611	104 964	78 667		-26 296	150	41	41 699	11 431			-30 288
Audi A6 Limousine	2	71 136		97 865	4 776	1 792	2 134	1 420	350			-2 984	28 401	27 679		-722	173	61	12 307	4 340			-7 967
Audi Q5	1	10 573		48 933	913	266	545	314	175			-646	11 786	12 813		1 027	200	61	2 115	645			-1 470
BMW Serie 320d	10	277 864		303 297	17 645	4 716	8 466	5 375	1 290			-12 929	123 105	85 915		-37 191	140	41	38 873	11 418			-27 455
BMW Serie 518d	2	33 868		60 659	2 436	575	1 091	627	350			-1 861	28 542	16 367		-12 474	194	41	6 570	1 393			-5 178
BMW X3 xdrive 20d	1	31 270		30 330	1 837	531	971	666	175			-1 306	14 546	8 780		-5 766	149	41	4 659	1 266			-3 373
Fiat Doblo	25	599 615		439 240	42 417	12 646	18 926	12 022	1 475			-29 771	140 814	134 478		-6 336	160	51	95 938	30 622			-65 316
Fiat Fiorino	168	3 424 027		2 916 554	225 797	72 213	112 774	70 190	9 794			-153 585	828 531	871 542		43 010	124	51	424 579	174 865			-249 714
Fiat Panda Van	32	582 869		562 227	38 437	12 293	19 563	12 015	1 888			-26 145	151 128	164 864		13 737	107	51	62 367	29 767			-32 600
Renault Clio Sport Tour	60	1 768 269		1 010 378	103 898	27 675	53 429	34 911	3 540			-76 212	345 902	315 181		-30 721	133	38	235 180	67 017			-168 162
Renault Kangoo express	389	8 293 281		6 834 574	447 464	174 905	271 065	169 509	22 951			-272 559	1 944 647	2 053 058		108 411	119	51	986 900	423 538			-563 363
Renault Laguna	12	353 477		302 602	20 767	6 199	10 345	6 816	708			-14 568	88 321	88 666		345	124	42	43 831	15 012			-28 819
Renault Master	1	10 146		47 291	1 095	171	545	314	59			-924	4 969	12 307		7 338	189	41	1 918	414			-1 503
Renault Megane 1.5	135	3 480 974		2 273 351	187 816	54 481	108 436	69 493	7 965			-133 335	880 477	692 312		-188 165	119	38	414 236	131 929			-282 307
Renault Talisman	20	647 651		504 336	40 380	11 359	19 813	13 172	2 580			-29 021	165 756	150 615		-15 121	137	42	88 728	27 508			-61 222
Renault Traffic	2	39 900		35 139	3 444	841	1 301	792	118			-2 603	10 711	10 419		-292	189	51	7 541	2 038			-5 503
Renault Twingo Societal	98	2 141 721		1 776 696	110 421	31 618	69 726	43 865	5 782			-78 802	451 784	519 657		67 873	103	36	220 597	76 567			-144 031
Torota Aygo	6	99 716		108 777	5 141	1 472	3 309	1 932	354			-3 669	27 337	30 599		-3 261	103	36	10 271	3 565			-6 706
Total	971	22 144 148		17 625 217	1 273 007	418 475	711 153	449 138	61 129	0	0	-854 532	5 352 001	5 273 917		-78 094			2 698 309	1 013 352			-1 684 957

Cenário 2

A4 - Perspetiva futura de custo de aquisição de BEV 20% mais baratos dentro de 2 anos em Portugal

Marca/ Modelo Portugal				Custo Aquisição Redução 20% SIVA (€)		Consumo/Ano (€)		Manutenção / Ano (€)		IUC Ano (€)		Valor IRC-TA (€)		Dif Consumo Ano (€)		Custo Total Ano Redução de 20% (€)		Dif Custo Total Ano Redução de 20% (€)		Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Total Ano (Kg)	
		ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV
	Q1	BEV																							
		Mercedes EQC																							
		Audi A5 sportback	1	16 375	48 325	1 224	503	545	314	574	15 405	-721	28 166	12 898	-15 269	158	61	2 587	999	-1 588					
		Audi A6 Limousine	1	23 020	48 325	1 752	707	756	479	574	18 188	-1 045	33 491	13 267	-20 224	173	61	3 982	1 404	-2 578					
		BMW X3 xdrive 20d	2	93 655	60 245	6 237	1 939	2 600	1 758	1 149	39 348	-4 298	74 943	18 758	-56 185	149	41	13 955	3 851	-10 104					
		Mercedes EQC	2	93 655	60 245	6 237	1 939	2 600	1 758	1 149	39 348	-4 298	74 943	18 758	-56 185	149	41	13 955	3 851	-10 104					
		BMW X3 xdrive 20d	2	93 655	60 245	6 237	1 939	2 600	1 758	1 149	39 348	-4 298	74 943	18 758	-56 185	149	41	13 955	3 851	-10 104					
		Citroen Berlingo	14	376 410	244 801	29 158	9 676	11 624	7 508	2 414	27 767	-19 481	129 580	78 385	-51 196	149	51	56 085	19 223	-36 862					
		NISSAN e-NV200 comercial	14	376 410	244 801	29 158	9 676	11 624	7 508	2 414	27 767	-19 481	129 580	78 385	-51 196	149	51	56 085	19 223	-36 862					
		Citroen Nemo	96	2 531 848	1 678 634	196 125	65 086	78 084	50 189	16 553	192 354	-131 038	891 311	534 934	-356 377	119	51	301 290	129 301	-171 988					
		NISSAN e-NV200 comercial	96	2 531 848	1 678 634	196 125	65 086	78 084	50 189	16 553	192 354	-131 038	891 311	534 934	-356 377	119	51	301 290	129 301	-171 988					
		Renault Clio Sport Tour	83	2 840 144	1 784 367	189 128	54 182	84 161	55 447	14 312	177 890	-134 946	838 316	555 721	-282 595	133	38	377 739	107 641	-270 098					
		NISSAN LEAF	83	2 840 144	1 784 367	189 128	54 182	84 161	55 447	14 312	177 890	-134 946	838 316	555 721	-282 595	133	38	377 739	107 641	-270 098					
		Renault Kangoo expres	59	1 893 415	1 031 661	115 792	48 674	56 731	37 356	10 173	107 652	-67 118	513 805	343 945	-169 859	119	51	225 316	96 697	-128 620					
		NISSAN e-NV200 comercial	59	1 893 415	1 031 661	115 792	48 674	56 731	37 356	10 173	107 652	-67 118	513 805	343 945	-169 859	119	51	225 316	96 697	-128 620					
		Renault Megane 1.5	20	514 383	429 968	31 457	9 813	16 202	10 466	3 449	47 631	-21 644	205 039	127 771	-77 269	119	38	61 212	19 495	-41 716					
		NISSAN LEAF	20	514 383	429 968	31 457	9 813	16 202	10 466	3 449	47 631	-21 644	205 039	127 771	-77 269	119	38	61 212	19 495	-41 716					
		Renault Traffic	15	561 435	262 287	54 935	14 433	16 421	10 953	2 586	36 406	-40 502	182 880	90 957	-91 923	189	51	106 111	28 672	-77 439					
		NISSAN e-NV200 comercial	15	561 435	262 287	54 935	14 433	16 421	10 953	2 586	36 406	-40 502	182 880	90 957	-91 923	189	51	106 111	28 672	-77 439					
		Volkswagen Passat	2	54 739	60 245	3 794	1 133	1 726	1 145	482	19 312	-2 661	41 370	17 340	-24 031	135	41	7 390	2 251	-5 139					
		TESLA Model 3	2	54 739	60 245	3 794	1 133	1 726	1 145	482	19 312	-2 661	41 370	17 340	-24 031	135	41	7 390	2 251	-5 139					
		Total	293	8 905 424	5 648 858	629 601	206 147	268 850	175 614	52 267	0	681 955	0	2 938 903	1 793 975	-1 144 927		1 667	409 536	-746 131					

A5 - Custo final de mudança de frota com incentivos e diferença de emissões em Espanha

77

Cenário 3

A6 - Custo final de mudança de frota com incentivos e diferença de emissões em Portugal

Marca Modelo Portugal		Custo Aquisição SIIVA com incentivo (€)		Consumo/Ano (€)		Manutenção / Ano (€)		IUC Ano (€)		Valor IC-TA (€)		Incentivos na Aquisição (€)		Dif Consumo Ano (€)		Custo Total Ano Com incentivo (€)		Dif Custo Total Ano Com Incentivos (€)		Emissões (g/km)		Emissões Totais Ano (kg)		Dif Emissões Total Ano (Kg)	
ICE	BEV	QI	km/ano	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	BE/VEICE	BEV	ICE	BEV	BE/VEICE	BEV	ICE	BEV	ICE	BEV	BE/VEICE	BEV
Audi A5 sportback	Mercedes EOC	1	16 375	41 671	60 407	1 224	503	545	314	574	15 405			-721		28 166	15 918	-12 248		158	61	2 587	999		-1 588
Audi A6 Limousine	Mercedes EOC	1	23 020	48 885	60 407	1 752	707	756	479	574	18 188			-1 045		33 491	16 287	-17 204		173	61	3 982	1 404		-2 578
BMW X3 xdrive 20d	TESLA Model 3	2	93 655	102 440	75 306	6 237	1 939	2 600	1 758	1 149	39 348			-4 288		74 943	22 523	-52 420		149	41	13 955	3 851		-10 104
Citroen Berlingo	NISSAN e-NV200 comercial	14	376 410	234 472	306 001	29 158	9 676	11 624	7 508	2 414	27 767			-19 481		129 580	93 085	-36 896		149	51	56 085	19 223		-36 862
Citroen Nemo	NISSAN e-NV200 comercial	96	2 531 848	1 632 788	2 088 293	196 125	65 086	78 084	50 189	16 553	192 354			-131 038		891 311	639 848	-251 463		119	51	301 290	129 301		-171 988
Renault Clio Sport Tour	NISSAN LEAF	83	2 840 144	1 491 261	2 230 459	189 128	54 182	84 161	55 447	14 312	177 890			-134 946		838 316	667 244	-171 072		133	38	377 739	107 644		-270 098
Renault Kangoo express	NISSAN e-NV200 comercial	59	1 893 415	893 850	1 289 576	115 792	48 674	56 731	37 356	10 173	107 652			-67 118		513 905	408 424	-105 381		119	51	225 316	96 697		-128 620
Renault Megane 1.5	NISSAN LEAF	20	514 383	425 200	537 460	31 457	9 813	16 202	10 466	3 449	47 631			-21 644		205 039	154 644	-50 396		119	38	61 212	19 495		-41 716
Renault Traffic	NISSAN e-NV200 comercial	15	561 435	290 115	327 858	54 935	14 433	16 421	10 953	2 586	36 406			-40 502		182 880	107 350	-75 530		189	51	106 111	28 672		-77 439
Volkswagen Passat	TESLA Model 3	2	54 739	64 222	75 306	3 794	1 133	1 726	1 145	482	19 312			-2 661		41 370	21 105	-20 265		135	41	7 390	2 251		-5 139
Total		293	8 905 424	5 224 884	7 052 072	629 601	206 147	268 850	175 614	52 267	0 681 955	0	9 000	-423 454		2 938 303	2 138 029	-800 874				1 155 667	409 536		-746 131

A.7- Modelos PHEV no mercado

Marca/ Modelo BEV	Tipo de veículo	Preço Espanha C/IVA	Preço Portugal C/IVA	Consumo Combinado l/100 km	Autonomia (Km)	Consumo (WLTP) KWh/100Km	Emissões indireta (g/km)	emissões diretas (g/Km)	total de emissões (g/100km)
BMW 225xe iperformance	Suv	-	41 610	1,8	51	13,5	36,3	40	3810,5
BMW SÉRIE 3 330e Berlina	Carro	56 571	54 600	1,5	55	15,1	40,6	35	3807,1
BMW Série 5 530e Berlina	Carro	63 449	64 400	2,0	56	14,1	37,8	40	3874,7
BMW SÉRIE 7 745e	Carro	113 385	121 700	2,3	47	15,3	41,1	49	4529,7
HYUNDAI IONIQ	Carro	30 375	41 071	1,8	63	11,2	30,1	26	2858,4
KIA NIRO	Crossover	29 400	34 850	1,3	58	9,8	26,3	29	2745,7
KIA OPTIMA sportswagon	Carrinha	35 550	45 320	1,4	61	22,4	60,2	33	4959,5
LAND ROVER RANGE ROVER P400e	Jipe	126	130 620	3,2	51	24,2	65,0	72	6845,2
LAND ROVER RANGE ROVER P400e SPORT	Jipe	91 800	103 543	3,1	48	25,8	69,3	71	7020,4
Mercedes-BENZ CLASSE E 300	Carro		67 500	2,0	50	26	69,9	45	5744,0
Mercedes-BENZ CLASSE E 300 station	Carrinha	70 099	72 900	1,6	54	24,5	65,8	44	5579,8
MINI COUNTRYMAN	Suv		41 350	6,1	42	14	37,6	30	3320,4
MITSUBISHI OUTLANDER	Jipe	34 345	39 348	1,8	45	24,2	65,0	40	5126,9
PORSCHE Cayenne E Hybrid		94 761	99 232	-					
PORSCHE PANAMERA 4 E Hybrid	Carro	116 411	121 070	2,5	52	23,3	62,6	56	5944,4
TOYOTA PRIUS	Carro	-	42 980	1,0	63	12,2	32,8	22	2879,8
VOLKSWAGEN GOLF GTE	Carro	-	46 655	4,7	49	11,7	31,4	38	3478,9
VOLVO S90	Carro	-	69 784	2,5	55	16,3	43,8	50	4659,5
VOLVO V60	Carrinha	-	59 513	2,4	56	16	43,0	49,5	4586,2
VOLVO V90	Carrinha	-	73 231	2,5	47	16,7	44,9	51,5	4839,1
VOLVO XC40	Suv	-	46 024	2,5	46	15	40,3	52,5	4689,5
VOLVO XC60	Jipe	-	69 061	2,6	53	15,5	41,7	56	4839,9
VOLVO XC90	Jipe	-	87 459	3,0	43	17,5	47,0	66	5784,5